

**EINSATZ EINES COMPUTERGESTEUERTEN
TONOMETRIE / TONOGRAPHIE - GERÄTES IM
HINBLICK AUF DIE ARGONLASERTRABEKULOPLASTIK
BEI GLAUCOMPATIENTEN UND ERSTE
ERGEBNISSE DER ALT**

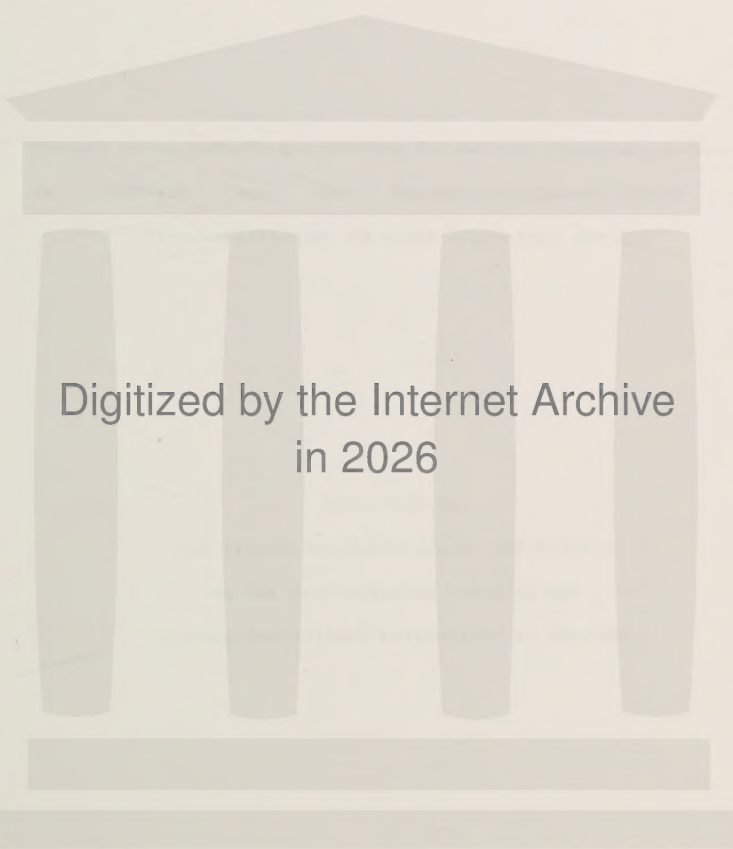
WERNER KIRCHINGER

1986

Disbui. München

1987





Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554617_0084

Aus der Augenklinik der Ludwig-Maximilians Universität München

Vorstand : Prof. Dr. O.-E. Lund

Einsatz eines computergesteuerten Tonometrie/ Tonographie-Gerätes
im Hinblick auf die Argonlasertrabekuloplastik bei
Glaucompatienten und erste Ergebnisse der ALT

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Werner Kirchinger

aus
München

1986

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter : Prof. Dr. A. Kampik

Mitberichterstatter : Prof. Dr. O.-E. Lund

Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter :

Dekan : Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung : 26.11.1987

Meinen lieben Eltern

1. Einleitung	1
2. Die Kindheit	2
3. Die Jugend	3
4. Die Ausbildung	4
5. Die Berufswahl	5
6. Die ersten Schritte	6
7. Die ersten Erfahrungen	7
8. Die ersten Enttäuschungen	8
9. Die ersten Erfolge	9
10. Die ersten Kämpfe	10
11. Die ersten Siege	11
12. Die ersten Niederlagen	12
13. Die ersten Freuden	13
14. Die ersten Sorgen	14
15. Die ersten Hoffnungen	15
16. Die ersten Entwürfe	16
17. Die ersten Pläne	17
18. Die ersten Taten	18
19. Die ersten Worte	19
20. Die ersten Gedanken	20
21. Die ersten Empfindungen	21
22. Die ersten Handlungen	22
23. Die ersten Entscheidungen	23
24. Die ersten Verurteilungen	24
25. Die ersten Verurteilten	25
26. Die ersten Verurteilter	26
27. Die ersten Verurteilten	27
28. Die ersten Verurteilten	28
29. Die ersten Verurteilten	29
30. Die ersten Verurteilten	30
31. Die ersten Verurteilten	31
32. Die ersten Verurteilten	32
33. Die ersten Verurteilten	33
34. Die ersten Verurteilten	34
35. Die ersten Verurteilten	35
36. Die ersten Verurteilten	36
37. Die ersten Verurteilten	37
38. Die ersten Verurteilten	38
39. Die ersten Verurteilten	39
40. Die ersten Verurteilten	40
41. Die ersten Verurteilten	41
42. Die ersten Verurteilten	42
43. Die ersten Verurteilten	43
44. Die ersten Verurteilten	44
45. Die ersten Verurteilten	45
46. Die ersten Verurteilten	46
47. Die ersten Verurteilten	47
48. Die ersten Verurteilten	48
49. Die ersten Verurteilten	49
50. Die ersten Verurteilten	50

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	1
II. Material und Methodik	
1. Vorwort	11
2. Entwicklung des Lasers und dessen theoretische Grundlagen	12
3. Methodik der Tonometrie und Tonographie	
A) Allgemeine Erläuterungen	
- Tonometrie	16
- Tonographie	18
- Meßparameter und physiolog. Werte	18
- Abläufe im Auge während des Meßvorganges	19
- Definitionen und Berechnungen	
* Skleralrigidität	19
* Abflußleichtigkeit	20
* Kammerwasserproduktion	20
* Abflußwiderstand	21
B) Versuchsaufbau	21
C) Versuchsdurchführung	22
D) Fehlermöglichkeiten	24
3. Entwicklung der Laserbehandlung des Kammerwinkels	
A) Grundlagen durch Wise und Witter	25
B) Ergebnisse der Studie	27
C) Komplikationen	27
D) Kommentar	28
4. Die Argonlasertrabekuloplastik	
A) Patientenauswahl und Indikationsstellung	30
B) Prä- und postoperative Maßnahmen	31

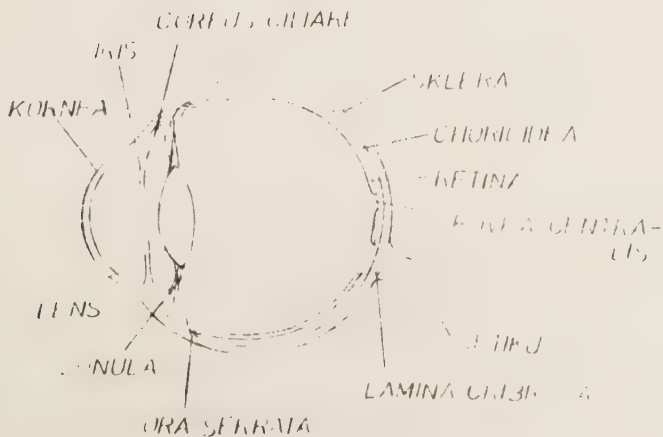
C) Funktion des Gonioskops	32
D) Methodik nach Dr. Zink	
- Technik	33
- Koagulationsbezirk	34
- Koagulationsausmaß	37
- Nebenwirkungen und Spätfolgen	38
E) Histopathologische Befunde	39
III. Retrospektive Studie über die Ergebnisse der ALT	
in Verbindung mit den Tonometrie/Tonographie Daten	
1. Patientenkollektiv	
A) Aufschlüsselung und Zeitangaben	42
B) Diagnosen vor ALT	44
C) Pathologische Parameter	44
2. Ergebnisse	
A) Sonderfälle	45
B) Nebenwirkungen der ALT	45
C) Druckverlauf	46
D) Änderung der Medikation	48
E) Änderung der Tonographieparameter	48
IV. Zusammenfassung	50
V. Ausblick	52
VI. Anhang	53
VII. Literaturverzeichnis	90

I. Einleitung

Charles Darwin - 1882 verstorbener Begründer der Evolutionstheorie vom Wechselspiel zwischen zufälliger Mutation und umweltbedingter Selektion - hatte ein ungutes Gefühl, ein so komplexes Gebilde wie das Auge phylogenetisch durch die zufällige Anhäufung von einer Vielzahl günstiger Mutationen zu erklären. Er sprach in diesem Zusammenhang vom Problem der "Organe von höchster Vollendung"(32).

Sieht man sich einen groben Querschnitt durch das menschliche Auge an, so fällt dem Betrachter die Vielzahl der Strukturen auf, die für den Sehvorgang bedeutungsvoll sind und zur Abgrenzung der Kompartimente des Auges beitragen.

Abb. 1: Schnitt durch das menschliche Auge



Grob morphologisch lassen sich drei Augenhüllen darstellen:

- Äußere Augenhaut : Tunica fibrosa
- Mittlere Augenhaut: Tunica vasculosa
- Innere Augenhaut : Tunica interna

Die Tunica fibrosa besteht aus Hornhaut (Kornea) und Lederhaut (Sklera). Diese Strukturen bilden die äußere feste Abgrenzung des Auges, wobei die Kornea aufgrund regelmäßig angeordneter Kollagenfibrillen, im Gegensatz zur weißen Sklera, durchsichtig ist.

Die Tunica vasculosa (Uvea) gliedert sich in die Regenbogenhaut (Iris), den Strahlenkörper (Korpus ciliare) und die Aderhaut (Chorioidea).

Die Tunica interna beinhaltet den sensorischen Apparat, die Netzhaut (Retina) und das Pigmentepithel.

Ein für die späteren Ausführungen wichtiger Teil des Auges ist der Kammerwinkel und seine Anhangsgebilde.

Abb. 2: Stufenschnitt durch den Kammerwinkel



Der vordere Augenabschnitt kann in zwei Kammersysteme untergliedert werden:

- Vorderkammer, begrenzt durch: Kornea, Kammerbucht, Iris, Linse
- Hinterkammer, begrenzt durch: Irisrückfläche, Ziliarfortsätze, Zonulafasern, Linse, vordere Glaskörpergrenzfläche

Die Vorderkammer wird nach distal durch die Kornea und nach proximal durch die Irisvorderfläche begrenzt. In dem Winkel, den diese Strukturen nach lateral hin bilden (sog. Kammerwinkel), treffen verschiedene Gebilde zusammen: Hier erfolgt der Übergang von der Kornea zur Sklera, wobei die Schwalbesche Linie die Durchsichtigkeitsgrenze der Hornhaut markiert und den Beginn des Trabekelwerkes darstellt, jenes gefäßlosen schwammartigen Netzwerkes also, das sich entweder bis zum ringförmigen Skleralsporn (Korneoskleraler Anteil), dem wulstigen Endausläufer der Sklera, hin ausdehnt, oder bis zur vorderen Uveagrenze (Uvealer Anteil).

Die Trabekelbalken selbst bestehen aus kollagenen Faserbündeln, bedeckt von Endothelzellen.

Hinter dem Trabekulum corneosklerale liegt der Schlemmsche Kanal, ein Abflußsystem für das Kammerwasser. Von da aus befördern Kammerwasservenolen die Flüssigkeit weiter.

In der Hinterkammer, unter der Iriswurzel, an der Innenseite des Bulbus, liegt der Ziliarkörper, die Bildungsstätte des Kammerwassers, mit dem Ziliarfaserapparat, der zur Aufhängung der Linse dient, und den dazugehörigen Muskeln.



Die hintere Kammer wird begrenzt vom Pigmentepithel der Iris, den Ziliarfortsätzen, den Zonulafasern mit der Linse und von der Grenzfläche des Glaskörpers.

Normalerweise findet eine Zirkulation des Kammerwassers, wie in Abb. 3 durch die Pfeile angedeutet wird statt, wobei der physiologische Pupillarwiderstand (A), die Enge zwischen Linse und aufliegender Iris, und der Widerstand zwischen dem Trabekelwerk und den episkleralen Gefäßen (B), überwunden werden müssen.

Die Embryologie trägt entscheidend dazu bei, den Bau und die Funktion der einzelnen Augenabschnitte zu verstehen (13).

Schon früh in der Entwicklung des Embryos, zu einer Zeit, da das apikale Ende des Medullarrohrs noch offen ist, entwickeln sich die sensorische Netzhaut und das Pigmentepithel.

Als erste Anlagenkeime der Augen erscheinen in der zweiten Woche der Fruchtentwicklung zwei Vertiefungen in der Medullarplatte, die sogenannten Seh- oder Augengruben. In der dritten und vierten Woche wandeln sich die Augengruben in die primären Augenbläschen um (Vesicula optica). Durch den engen Kontakt der Wand der Augenbläschen mit dem darüberliegenden Oberflächenektoderm entwickelt sich an dieser Stelle die sog. Linsenplakode, die zuerst als Verdickung der Zellschicht sichtbar wird. Im Zellversuch konnte nachgewiesen werden, daß das Augenbläschen selbst als Induktor für die Entwicklung der Linsenplakode aus dem Ektoderm, welches das reagierende Gewebe darstellt, verantwortlich ist. Das primäre Augenbläschen fängt wenig später an (vierte bis fünfte Woche) sich einzustülpen und den nun doppelwandigen Augenbecher (sekundäre Augenblase) zu bilden.

Der Embryo hat jetzt eine Länge von ca. 5mm. Der anfängliche Spalt zwischen den beiden Wänden (Sehventrikel), der direkten Kontakt zum Hohlraumssystem des Gehirns hat, verschwindet im Laufe der Entwicklung und ermöglicht ein Aufeinanderliegen der beiden Wandschichten. Die distale Wand entwickelt sich zur sensorischen Retina, die proximale zum Pigmentepithel.

Die Invagination der Augenblase bezieht auch den ventralen Rand mit ein, wobei die Augenbecherspalte, die am Augenbecherstiel entlangläuft, entsteht. Sie ist wichtig für den Zutritt der Arteria hyaloidea zum Augenbecher, die die Aufgabe hat, während der Embryonalzeit Linse und Glaskörper mit Nährstoffen zu versorgen.

Die oberflächlich anliegende Linsenplakode stülpt sich bei der Entwicklung des Augenbechers mit ein und wird so zum Linsengrübchen, das sich in der fünften Woche vom Oberflächenektoderm abschnürt und das Linsenbläschen bildet.

Das Oberflächenepithel über der Linse seinerseits entwickelt sich zur Kornea, angeregt durch das Linsenbläschen als tertiären Induktor.

In der siebten Woche verschmelzen die Ränder der Augenbecherspalte und die Öffnung des Augenbechers rundet die Pupille ab. Die Augenanlage ist jetzt vollständig in Mesoderm eingehüllt.

Das Ziliarepithel, dessen inneres Blatt im Gegensatz zum äußeren, nicht pigmentiert ist, entwickelt sich aus dem Neuroektoderm. Ziliarkörperstroma und Ziliarmuskeln, sowie alle Teile des Vorderkammerwinkels wie Trabekulum, Schlemmscher Kanal, Skleralsporn, und Schwalbesche Linie entwickeln sich aus dem Mesoderm (24). Die Retina trägt ihren Teil zur Bildung des Ziliarkörpers bei. Das vordere Fünftel der inneren

Augenbecherschicht (Pars caeca retinae) bleibt eine einzellige Schicht, die sich später aufteilt in Pars iridica retinae, welche die innere Schicht bildet und in Pars ciliaris retinae, die beim Bau des Ciliarkörpers mitbeteiligt ist. Für sie charakteristisch ist die tiefe Faltenbildung. Sie wird von der Mesenchymschicht bedeckt, die den Ciliarmuskel bildet. Das innere Mesenchym, über das sie mit der Linse verbunden ist, differenziert sich zu den Zonulafasern (Zonula ciliaris). Der vordere Teil des Mesoderms, zwischen Augenbecherrand und Ektoderm formt das Korneastroma, der hintere Teil das Irisstroma. Die Spalte dazwischen stellt die Anlage der Vorderkammer dar, die sich nach dem fünften Schwangerschaftsmonat entfaltet. Die endgültige Entfaltung des Kammerwinkels vollendet sich erst nach der Geburt.

Ein beträchtlicher Teil des Krankenguts einer Klinik für Augenheilkunde hat in irgendeiner Form Probleme mit dem intraokulären Druck. Bei einem gesunden Erwachsenen liegt er zwischen 15 und 21 mmHg, wobei die Festlegung der Obergrenze umstritten ist. Somit liegt der intraokuläre Druck erheblich über den mittleren Gewebedruckwerten anderer Organe, mit Ausnahme der Nieren. Belegt sind kurzandauernde Drucksteigerungen auf bis zu 900 mmHg für ca. 0,3 msec., die allem Anschein nach keine irgendwie gearteten Folgen hatten (20).

Für die intraokuläre Tension verantwortlich ist das Wechselspiel zwischen der Kammerwasserproduktion des nichtpigmentierten Ziliarkörperepithels und dem Abflußwiderstand, den grob gesprochen das System des Kammerwinkels darstellt.

Die Bildung des Kammerwassers geschieht mit Hilfe der Carboanhydrase. Das Gesamtvolumen der Vorder- und Hinterkammer beträgt ca. 0,2-0,4 ml. Es werden pro Minute ca. 1-2% ersetzt und

Am normalen Auge fließen pro Minute etwa 2-4 ³ mm³ Kammerwasser über die 1 bis 20 μ m großen Poren des Trabekelwerks und über den Schlemmschen Kanal ab, wobei tageszeitliche Schwankungen im Hinblick auf den Druckgradienten normal sind. Die Maxima liegen häufig zwischen 5 bis 8 Uhr morgens, die niedrigsten Werte finden sich nachts im Schlaf (23).

Eine Art der Störung der Homöostase zwischen Kammerwasserproduktion und Abfluß ist die okuläre Hypertension. Gebräuchlicher als dieser Ausdruck ist die Bezeichnung Glaukom oder Grüner Star, wobei sie sich mehr an den Folgen der Drucksteigerung orientiert, nämlich dem Gesichtsfeldausfall mit und ohne Papillenveränderungen. Nach Leydecker (16) mußte man strenggenommen zwischen einem Glaukom mit und ohne Hypertension, sowie einer okulären Hypertension mit und ohne Glaukom unterscheiden. Bezüglich der exakten Diagnosestellung des Glaukoms unterscheidet man grob akute von chronischen Formen sowie primäre und sekundäre mit engem oder weitem Kammerwinkel, die ihrerseits auf Grund des Pathomechanismus weiter untergliedert werden können und unterschiedlich gut auf die verschiedenen Therapiemöglichkeiten ansprechen.

Eine seit ca. 10 Jahren versuchte Methode zur Verbesserung bzw. Normalisierung des Abflußvermögens für das Kammerwasser bei Glaukompatienten beruht auf der Vorstellung, durch die Schaffung von Lochern im Trabekelwerk, bzw. die gezielte Punktion des Schlemmschen Kanals selbst, "neue Abflußwege" zu schaffen. Die ersten Versuche dieser Art gehen auf H. Hager (9) zurück. Spätere Arbeiten durch M. Krasnov (11) und andere Autoren (12,14) zeigten, daß die anfänglichen Erfolge, ersichtlich am prompten

Abfall des erhöhten Augeninnendrucks, nicht haltbar waren. In den späteren Ausführungen wird auf das Problem dieser Arbeitshypothesen, die den Versuchen zugrunde lagen, noch ausführlich eingegangen.

1979 bzw. 1980 veröffentlichten J.B. Wise und S.L. Witter (42) ihre im Februar 1976 begonnene Studie, in der durch Laserung des Kammerwinkels gute Ergebnisse über längere Zeit aufgewiesen werden konnten.

Durch weitere positive Veröffentlichungen andere Autoren (04,10,26,28,29,30,31) ermutigt, wird der Laser als Mittel zur Beeinflussung des Abflußvermögens des Kammerwassers bei Glaukompatienten als sog. Lasertrabekuloplastik seit 1982 an der Universitätsaugenklinik München angewandt. Die tonographische und tonometrische Dokumentation der Patienten, die Parameter wie Abflußwiderstand, Kammerwasserproduktion, Druckänderung etc. beinhaltet, erfolgte vor und dreimal in 14-tägigen Abständen nach der Laserbehandlung.

Die vorliegende Arbeit hatte sich zur Aufgabe gemacht, zu untersuchen, in wieweit die gemessenen Daten vor dem Eingriff dazu beitragen können, die geeigneten Parameter für die verschiedenen Möglichkeiten hinsichtlich Energiestärke und Positionierung usw. des Laserstrahls auszuwählen und darüberhinaus eine Verlaufsbeobachtung über 6 bis 8 Wochen zu erstellen, anhand derer die Veränderungen der vielfältigen Einflußgrößen ersichtlich sind. Außerdem stellte sich die Frage, ob und in welcher Weise die Argonlasertrabekuloplastik (ALT) bei den verschiedenen Glaukomformen indiziert ist und ob eine tatsächliche kurative Drucksenkung auf lange Sicht hin möglich erscheint.

Als erstes folgen einige Ausführungen über die Entwicklung und Theorie des Laser, sowie seine Anwendung in Form der Trabekuloplastik am Auge.

II. Material und Methodik

1. Vorwort

Schon in Platos "PHAEDO" gibt es eine Stelle, an der Sokrates davor warnt, eine Sonnenfinsternis mit bloßem Auge direkt zu beobachten. Er schlägt vor, dies mittels einer spiegelnden Wasseroberfläche zu versuchen.

Das Wissen um die Gefährlichkeit der Sonnenstrahlen setzt sich im Mittelalter fort. Theophilus Bonetus (1620-1689) (03) beschreibt als erster ein zentrales Skotom auf Grund einer Verbrennung der Retina durch Sonnenstrahlen.

Nach Einführung des Ophthalmoskops stieg die Anzahl der niedergeschriebenen Fälle von Retinaverbrennungen besonders nach einer Sonnenfinsternis. Dieses Naturschauspiel war Ursache vieler Zentralskotome.

Erste Versuche mit Lichteffekten die Retina zu beeinflussen wurden von Czerny (05), Deutschmann (06) und Wiedmark (39) durchgeführt. Sie benutzten dazu das Sonnenlicht oder Karbonlampen. Maggiore (18) fokusierte das Sonnenlicht auf, für die Enukleation vorgesehene Augen und untersuchte sie histologisch.

Während der späten Vierziger Jahre unternahm Moran-Salas (22) verschiedenartigste Experimente an Kaninchen- und Menschaugen, um einen Weg zu finden, die Lichtkoagulation gezieht therapeutisch zu verwenden. Er versäumte es leider seine Ergebnisse frühzeitig zu publizieren, bis Meyer-Schwickerath (21), der ebenfalls daran arbeitete, seine klinischen Erfahrungen mit der Lichtkoagulation 1949 veröffentlichte. Moran-Salas konnte sie nur noch bestätigen. Im weiteren Verlauf der Versuche rückte Meyer-Schwickerath sehr bald davon ab, die Sonne als Strahlenquelle zu

verwenden, auf Grund der mannigfaltigen Schwierigkeiten, wie der jahres- und tageszeitlichen Abhängigkeit etc.. 1956 nun kam die Hochdruck-Xenon-Lampe zum Einsatz. Der Prototyp von Meyer-Schwickerath wurde von Zeiss zur Serienreife verfeinert und somit für die breite Forschung und Therapie verfügbar.

T.H.Maiman (19) gelang 1960 der entscheidende Durchbruch auf dem Gebiet der Photokoagulation mit der Bereitstellung des Lasers.

Seit T.H. Maiman 1960 den ersten Festkörper-Rubin-Laser entwickelte, dringt dieses Gerät immer weiter in die medizinischen Anwendungsgebiete vor. Die folgenden Ausführungen sollen einen kurzen Einblick in die Funktionsweise des Lasers ermöglichen (14,34).

2. Entwicklung des Lasers und dessen theoretische Grundlagen

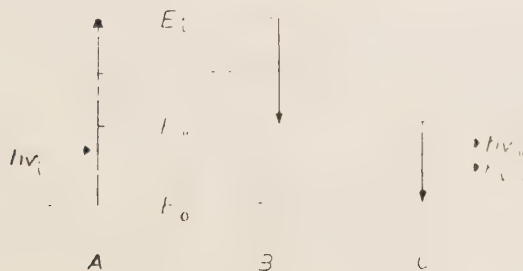
Das Wort Laser (light amplification by stimulated emission of radiation) bedeutet soviel wie "Lichtverstärkung durch angeregte Emission von Strahlung". Das Gerät erzeugt äußerst intensive, stark gerichtete und nahezu kohärente Lichtstrahlen. Die theoretischen Grundlagen zu diesem Gebiet wurden 1950 in den USA von A.L. Schawlow und C.H. Townes (02) entwickelt. Das Prinzip des Lasers basiert auf dem eines Molekularverstärkers oder Masers, jenes Gerätes also, das elektromagnetische Wellen mit Wellenlängen im Zentimeterbereich erzeugt und verstärkt. Der Schlüssel dazu ist die induzierte oder stimulierte Emission. Eine elektromagnetische Strahlung trifft auf Atome oder Moleküle, die sich in einem angeregten Energiezustand befinden. Die Energiequanten der Strahlung entsprechen der Energiedifferenz

zwischen dem hohen Anfangs- und einem tieferen Energiezustand der Teilchen. Diese Teilchen selbst werden zur Aussendung von Strahlung veranlaßt und somit wird die anfänglich einfallende Grundstrahlung verstärkt.

Auf das Prinzip des Lasers bezogen, bedeuten die vorherigen Ausführungen folgendes:

Im Lasermaterial, das ein Gas, eine Flüssigkeit oder ein Festkörper sein kann, werden Elektronen durch Lichtblitze oder Gasentladungen angeregt auf höhere Energieniveaus zu springen (E_i). In für die Erzeugung von Laserlicht brauchbaren Stoffen springen diese Elektronen spontan auf metastabile Energiezustände (E_m) herunter. Normalerweise geschieht die Rückkehr in den Grundzustand (E_0) von selbst in 10^{-8} sec., nicht jedoch hier. Die Verweildauer ist wesentlich länger. Die Folge davon ist eine Anhäufung von Elektronen in einem gewissen Niveau (Abb. 4).

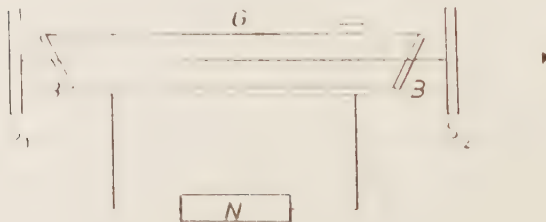
Abb. 4: Energiezustände und Strahlung



Trifft nun eine Lichtquelle folgender Frequenz $\gamma = (E_m - E_0) / h$ auf diese Atome, so bewirkt deren Feldstärke, daß Elektronen in den Anfangszustand E_0 übergehen und dabei Photonen (Lichtquanten) der Energie $h \cdot \gamma$ emittieren (stimulierte Emission). Die Folge dieser Strahlung ist die Auslösung einer Kettenreaktion, da sie ihrerseits wieder als verstärkte Lichtquelle auf metastabile Zustände anderer Atome trifft.

Samtliche erzeugte Strahlung befindet sich in Phase mit der sie anfänglich abrufenden Lichtwelle. Es entsteht ein langer Lichtwellenzug mit zeitunabhängiger, konstanter Phase (kohärente Welle). Aufgrund der Bauweise der Laseraппeratur, bestehend aus zwei verspiegelt parallelen Endflächen, zwischen denen z.B. der Kristall des Rubinlasers sitzt, wird das Licht auf der einen Seite voll reflektiert, während auf der anderen Seite ca. 2% den Spiegel verlassen. Die abrufende Welle rast also zwischen den beiden Spiegeln hin und her und verläßt teilweise diese Anordnung als paralleles, verstärktes Strahlenbündel (Abb. 5).

Abb. 5: Grundmodell eines Gaslasers



S1: Spiegel reflektierend. S2: Spiegel mit Strahlenfenster.

B: Fenster. N: Spannungsversorgung. G: Rohr mit Gasfüllung.

Zusammenfassend hat Laserlicht drei wichtige Eigenschaften:

1. Es ist monochromatisch und hat die Frequenz $\gamma = (E_m - E_0) / h$
2. Es besitzt hohe Strahlungsintensität
3. Es ist nahezu vollständig kohärent und gebündelt

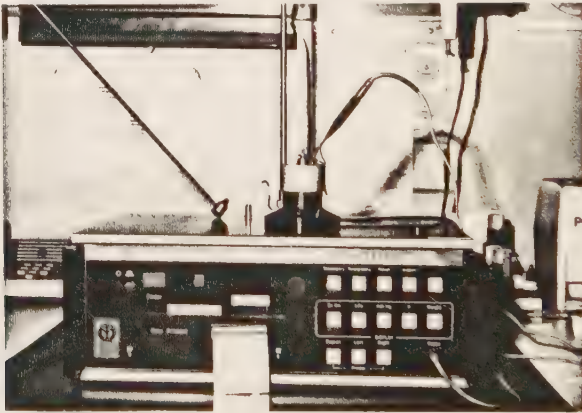
3. Methodik der Tonometrie und Tonographie

A) Allgemeine Erläuterungen

Tonometrie

Mit dem mikroprozessorgesteuerten Gerät "Opti-Glaukon" der Firma ERBE (Abb. 6), war es möglich, Tonometrie und Tonographie in einer Meßreihe hintereinander durchzuführen.

Abb. 6: Meßgerät



Unter der Tonometrie versteht man die Messung des Augeninnendrucks, also der von innen nach außen wirkenden Kraft pro Flächeneinheit, die dafür verantwortlich ist, daß das Auge seine charakteristische Form aufrechterhält. Da der Innendruck gegen den atmosphärischen Druck gerichtet ist, der als Einheit Millimeter Quecksilbersäule (mmHg) hatte, wurde und wird auch der Augendruck in mmHg angegeben. Der gemessene Wert ist der relative Druck über dem Atmosphärendruck.

Es gibt für die Bestimmung des Augeninnendrucks in der Praxis zwei verschiedene Meßverfahren, bei denen jeweils eine spezifische Sonde auf die Hornhaut plaziert werden muß.

Das erste und ältere Verfahren, die sog. Impressionstonometrie arbeitet nach dem Prinzip von Schiötz (01). Dabei sinkt nach Aufsetzen der Sonde ein Stift in die Hornhaut ein, ohne diese zu verletzen, wobei die Einsinktiefte proportional zum Augeninnendruck ist. Beim Schiötz-Tonometer wird die Bewegung des Stiftes auf eine Skala übertragen, anhand derer der Druck mit Hilfe der Umrechnung nach Friedenwald bestimmt werden kann. Nachteil dieser Methode ist, daß die Verhältnisse im Auge vor und während der Messung stark differieren, da diese Methode Einfluß auf die funktionellen Strukturen des Auges nimmt und einem quasi-invasiven Eingriff gleichkommt.

Die zweite Art der Tonometrie arbeitet nach dem Prinzip des Applanationstonometers von Goldmann. Hier wird ein 3,06 mm² großes Prisma an die Hornhaut "gedrückt", wobei die für das Eindringen dieser Fläche erforderliche Kraft dem Augeninnendruck direkt proportional ist.

Die mit dieser Arbeit vorgelegten Meßergebnisse basieren auf dem Prinzip der Methode nach Schiötz, da es, wie später noch näher gezeigt wird, das einzige praktische Meßverfahren für die Bestimmung der Skleralrigidität K darstellt. Die Konstante K ist für die Kenntnis der Hydrodynamik des Auges von großer Bedeutung.

Tonographie

Unter der Tonographie versteht man die Aufzeichnung der Augeninnendruckveränderungen über einen vorgegebenen Zeitraum, als Folge der konstanten Belastung der Hornhaut mittels eines bestimmten Gewichtes. Auch diese Untersuchung basiert auf dem Meßverfahren nach Schiötz. Der Aufzeichnungszeitraum beträgt in Anlehnung an die Versuche Leydeckers (17) 4 Minuten. Die mitgelieferten Gewichte der Firma ERBE waren 5,5 g, 7,5 g und 10 g schwer. Aufgrund der Gewichtsauflage und der damit verbundenen Kompression des Bulbus wird das Kammerwasser beschleunigt durch das Trabekelwerk gepreßt und der intraokulare Druck sinkt beim Gesunden in charakteristischer Weise ab. Das Auge eines Patienten mit Glaukom reagiert auf diese Kompression langsamer und in erheblich veränderter Weise.

Meßparameter und physiologische Werte

Folgende Werte ließen sich mit der vorhandenen Tonometrie/Tonographie-Anordnung bestimmen:

K : Die mittlere Skleralrigidität

0,010 bis 0,040 (μl^{-1})

C : Abflußleichtigkeit

0,15 μl (mmHg $^{-1}$ min $^{-1}$) und größer

PO: Momentaner Augeninnendruck

21 mmHg oder niedriger

F : Kammerwasserproduktion

0,6 μl /min. oder höher

Q : Quotient aus Augeninnendruck PO und Abflußleichtigkeit C

bis 145 oder weniger

R : Abflußwiderstand des Kammerwassers $R=1/C$

1,75 bis 8,20

Abläufe im Auge während des Meßvorganges

Während der Meßung wird neben der Dehnung der Bulbushüllen, die ca. eine Minute dauert, Blut aus der Uvea gepreßt. Sobald das Tonometer die Kornea berührt läuft dieser Vorgang ab, der sehr schnell zu einem neuen Gleichgewicht führt.

Durch den kurzzeitig herrschenden Überdruck scheidet der Ziliarkörper weniger Kammerwasser aus. Dies kann dazu führen, daß der Untersucher eine normale Abflußleichtigkeit feststellt, obwohl sie unter Normalbedingungen extrem hoch ist (Pseudoabflußleichtigkeit).

Definition und Berechnung der Skleralrigidität

Unter der Skleralrigidität versteht man die Dehnungsfähigkeit des Auges. Da das Auge hauptsächlich aus Flüssigkeit besteht, die sich kaum komprimieren läßt, ändert sich beim Auflegen eines Gewichts nicht das Volumen, sondern die Bulbushüllen werden verformt. Die Skleralrigidität muß bekannt sein, um bei der Tonometrie nach Schiötz und bei der Tonographie, die per Definition mit einer Impression arbeitet, nicht falsche Druckwerte zu erhalten. Beim Goldmann-Tonometer verfälscht eine abnorme Rigidität die Meßung nicht, da praktisch kein Kammerwasser verdrängt wird. Die Berechnung von K basiert auf den gemessenen Druckwerten mit zwei unterschiedlichen Gewichten:

$$\log_{10} (P_1/P_2)$$

$$\text{Skleralrigidität } K = \text{-----}$$

$$\Delta V$$

P₁ : Gemessener Druck mit 10,0 g

P₂ : Gemessener Druck mit 5,5 g

V : Volumenänderung

Definition der Abflußleistung

Die Abflußleistung C ist die Rate an Kammerwasser, die pro Minute und mmHg Augeninnendruck über das Trabekelwerk abfließt.

Einheit der Abflußleistung C : $\mu\text{l (mmHg}^{-1} \text{ min}^{-1})$

Definition und Berechnung der Kammerwasserproduktion

Das Kammerwasser ist jene, vom nicht pigmentierten Teil des Ziliarkörpers mit Hilfe der Carboanhydrase ausgeschiedene Flüssigkeit. Die Kammerwasserproduktion F errechnet sich aus folgender Gleichung:

$$F = C (P_0 - P_v)$$

C : Abflußleistung

P₀ : Augeninnendruck

P_v : Episkleraler Druck (mittlerer Wert
10 mmHg)

Definition und Berechnung des Abflußwiderstandes

Der Abflußwiderstand des Kammerwassers ist der reziproke Wert der Abflußleistung.

$$R = 1/C$$

Er berechnet sich aus den R_m - Werten von insgesamt 24 Meßintervallen. Das ERBE-Opti-Glaukon-Gerät sammelt in vier Minuten Meßzeit die für die Tonographie nötigen Daten und nimmt mehr als drei Millionen Messungen in diesem Zeitraum vor.

Versuchsaufbau

Das Gerät der Firma ERBE steht auf einem fahrbaren Tisch neben einer Untersuchungs-liege, wie sie für körperliche Untersuchungen verwendet wird. Das Kopfteil der liege soll möglichst flach gestellt sein, damit beim Meßvorgang das zu untersuchende Auge vom Patienten bequem senkrecht zur Horizontalen gehalten werden kann. Der Untersucher sitzt wahlweise hinter dem Kopfteil der liege oder seitlich davon. Das Meßgerät muß so aufgestellt sein, daß während der Messung die Leuchtdiodenanzeigen, die den exakten Sitz des Meßkopfes anzeigen, vom Untersucher mühelos beobachtet werden können. Für den Untersucher selbst ist es nötig, möglichst entspannt zu sitzen, um die Sonde selbst ausreichend ruhig halten zu können

Abb. 7: Meßkopf



Versuchsdurchführung

Der Patient liegt bequem und flach auf der Untersuchungs-
liege und fixiert mit beiden Augen eine Lichtquelle ca. einen Meter über ihm. Die Augen schauen nun entspannt senkrecht nach oben. Die Kornea beider Augen wird vor der Messung zweimal mit je einem Tropfen Novesine 1% analgesiert. Das Gerät muß in der Zwischenzeit geeicht und der Meßkopf mittels eines normalen Pfeifenreinigerstäbchens gesäubert werden.

Nach einem angemessenen Zeitraum, während dem das Anästhetikum seine Wirkung entfalten kann, beginnt man mit der Tonometrie. Der Meßkopf wird senkrecht und zentral auf die Hornhaut aufgesetzt, und die Lider des Patienten mit den Fingern gespreizt. Die eigentliche Meßanordnung selbst, also die Sonde, soll jetzt nur noch durch den Arretierungsring vor einem seitlichen Umkippen geschützt werden und ansonsten frei auf der Kornea stehen. Auf

Grund der Bestimmung von K, werden zwei Messungen mit jeweils unterschiedlichen Gewichten (10,0 g und 5,5 g) durchgeführt.

Es erscheinen nun folgende Angaben:

- Verwendetes Gewicht
- Wert von K
- Wert von PO
- Rechtes bzw. linkes Auge
- Werte von F, Q, C, R
- Fehlerzahl (Qualitätskontrolle der Untersuchung)

Nach dem automatischen Ausdrucken der Meßergebnisse beginnt die Tonographie, wobei das Gerät anhand von Leuchtdioden anzeigt, ob der Meßkopf plan auf der Hornhaut aufliegt. Es werden 24 Druckmittelwerte in Schiötzeinheiten ausgedruckt, die jeweils einem Zeitraum von 10 Sekunden entsprechen. Die gesamte Tonographiezeit beträgt 7 Minuten, wobei nach Leydecker nur die letzten 4 als Meßzeit benutzt werden. Die Bevorzugung der letzten Minuten im Gegensatz zur Methode nach Grant basiert darauf, daß, empirisch ermittelt, die Trennung von Gesunden und Kranken innerhalb der ersten 180 Sekunden schlecht möglich ist. "In den letzten 4 min. dagegen findet man viel häufiger bei beginnendem Glaukom ein pathologisches Ergebnis" (17).

"Der Test dauert 7 min., weil ich bei hunderten von Tonographiekurven fand, daß das Absinken des i.o. Druckes in den ersten 1-3 min. zahlreiche Varianten zeigt, während nach der 3.

Minute alle Kurven linear verliefen." (17).

Fehlermöglichkeiten beim Meßvorgang

Für sehr nervöse und/oder ältere Patienten ist es sehr schwierig, sich über längere Zeit auf die fixe Lichtquelle zu konzentrieren. Ein Abweichen der Augen aber beeinflusst die plane Auflage der Meßsonde und führt bei wiederholtem Male zum Abbruch des Meßvorganges durch die Mikroelektronik des Gerätes selbst.

Die erste Messung kann einen falschlicherweise erhöhten Druck angeben, was wahrscheinlich durch die Dehnung der externen Augenmuskeln zustande kommt (07).

Bei Patienten mit nur einem funktionstüchtigen Auge erwies es sich häufig als unmöglich, aufgrund des fehlenden Fixpunktes, eine über 7 Minuten dauernde Meßreihe zu erstellen.

Die häufigsten vom Untersucher verursachten Fehler waren das anfängliche Unvermögen, den Meßkopf auf die Mitte der Kornea gerade und zentriert zu halten und gleichzeitig den Sitz anhand der Leuchtdioden des Geräts zu überwachen. Ein nach 2-3 stündiger Arbeit in unphysiologischer Haltung auftretender Tremor erwies sich zusätzlich als äußerst lästig.

3. Entwicklung der Laserbehandlung des Kammerwinkels

A) Grundlagen der Laserbehandlung

Die seit 1982 an der Universitätsaugenklinik München angewandte Methode der Argonlasertrabekuloplastik stützt sich grundlegend auf die von J.B. Wise und S.L. Witter (42) 1979 und 1980 veröffentlichte Studien. Hierin konnten die Autoren auf eine 4 Jahre zurückblickende, erfolgreich erscheinende Behandlungsmethode des Weitwinkelglaukoms mittels Laserstrahlen verweisen. Nachfolgend wurde die Reproduzierbarkeit der Erfolgsquoten und Langzeitergebnisse der Studie von einer Reihe anderer Autoren bestätigt (04,10,26,28,29,30,31).

Die jetzige Durchführung der ALT weicht von der von Wise, Witter, Pollack und Spaeth angegebenen Technik doch soweit ab, daß auf die Verschiedenartigkeit später näher eingegangen werden muß.

Im Februar 1968 wurde erstmals der Argon-Laser im klinischen Einsatz verwendet.

Hager ging 1973 mit seinen Versuchen mittels eines kontinuierlich arbeitenden Argon-Laser-Geräts noch von der Annahme aus, Löcher in den Schlemmschen Kanal schießen zu können, um den Kammerwasserabfluß durch diese künstlichen Kanäle nicht nur kurzzeitig zu verbessern. Der Erfolg dieser, mit sehr hohen Energien und langen Expositionszeiten (0,5 - 3 sec.) arbeitenden Methode, war auf längere Zeit gesehen die Vernarbung des Kammerwinkels und Verschlechterung der Abflußmöglichkeit.

Auch Krasnov (11,12), der mit einem Q-switched Rubin-Laser arbeitete, hatte auf lange Zeit nicht den gewünschten Erfolg. Er erzielte eine bis zu 6 Monate anhaltende Drucksenkung und

mußte innerhalb von 3 bis 5 Jahren 38% seiner Patienten chirurgisch nachversorgen.

Die Versuche vieler anderer Autoren (35,36,38) waren ebenfalls nicht mit dem erhofften Erfolg gekrönt. Erst die Studie von Wise¹ wies eine ermutigende Zukunftsperspektive auf.

Diese Studie zeigte eine durch die Laserbehandlung hervorgerufene langdauernde Druckerniedrigung mit einer im Vergleich zu chirurgischen Eingriffen signifikant geringeren Komplikationsrate. Es wurden insgesamt 240 Augen mit den Verschiedenen Formen von Offenwinkelglaukomen behandelt. Nahezu alle Patienten hatten vorher trotz medikamentöser Behandlung ungenügend eingestellte Druckwerte über 22 mmHg.

Von den Autoren wurde ein kontinuierlich arbeitender Argonlaser (Coherent Radiation Modell 800) verwendet, sowie ein beschichtetes Drei-Spiegel-Kontaktglas nach Goldmann.

Koaguliert wurden die Stellen des pigmentierten Trabekelwerkes, die sich vor dem Skleralsporn befinden.

Das Koagulationsgebiet umfaßte 360° der Circumferenz, 100 bis 120 Koagulationspunkte mit einem Durchmesser von 50 μ m wurden dabei gesetzt. Die Expositionszeit betrug 0,1 sec. und die verwendete Energie 800 bis 1200 mWatt.

An den Koagulationsstellen selbst entstanden Gasblasen und entpigmentierte Stellen. Oral wurden Analgetika und lokal antibiotische Salben verabreicht.

B) Ergebnisse (Studie von Wise)

150 behandelte Augen konnten über einen Untersuchungszeitraum von 6 Monaten nachkontrolliert werden, eine kleinere Gruppe sogar 12 bis 48 Monate lang. Der intraokulare Druck war nach der Behandlung gegenüber den Ausgangswerten signifikant verbessert (Signifikanzniveau : 0,001).

Elektronenmikroskopisch waren im Trabekelwerk keine Löcher nachweisbar. Von den 150 Augen bedurften während des Untersuchungszeitraumes nur 6% einer Nachoperation.

Der durchschnittliche Druckabfall betrug:

im 1. Jahr bei 105 Augen 12,7 mmHg

2. Jahr bei 59 Augen 11,5 mmHg

3. Jahr bei 25 Augen 11,3 mmHg

4. Jahr bei 11 Augen 13,3 mmHg

Ein Jahr nach Behandlung hatten 91,3% Druckwerte unter 20 mmHg
und 97,8% Druckwerte unter 22 mmHg

C) Komplikationen

Die von Wise angegebenen Komplikationen seien größtenteils minimal gewesen. Es wurden beobachtet:

- Leichte Uveitis ohne Synechien
- Visusverschlechterung für wenige Stunden
- Vorrübergehende weiße Sprenkelung der Kornea

- In 5% der Fälle ein Durchsickern von Blut aus dem Schlemmschen Kanal an den Koagulationsstellen
- Ein Fall von schwerer Uveitis
- 4 Augen die sich postoperativ zum Engwinkelglaukom entwickelten

Viele, der bei Filteroperationen vorkommenden Komplikationen, wie Infektionen, Glaskörperperforationen und die Beschleunigung der Ausbildung eines Katarakts etc. konnten nach der Laserkoagulation nicht festgestellt werden.

D) Kommentar

Wise deutet in seiner Vorstudie (41) an, daß von den ca. 100 Koagulationspunkten mit einem Durchmesser von $50 \mu\text{m}$ ausgehend, eine Schrumpfung von 1% ausreichen würde, den Trabekelwerksdurchmesser soweit zu verkleinern, daß dadurch die intertrabekularen Räume passiv aufgezogen werden könnten, um das Abflußhindernis zu beseitigen. Eine Perforation des Trabekelwerkes oder des Schlemmschen Kanals seien also unnötig. Ticho und Mitarbeiter (33) zeigten außerdem, daß Trabekelpunktur an Affenaugen nach 1 bis 3 Wochen zum kompletten Verschuß führt. Hierzu muß jedoch gesagt werden, daß das Verhalten und die Morphologie von Tieraugen, auch wenn es Affenaugen sind, grundsätzlich nicht vergleichbar mit menschlichen ist.

Laut Wise ist anzunehmen, daß die meisten Augen mit Offenwinkelglaukom einen Trabekelwerkskollaps und/oder Verschuß aufweisen. Durch die Straffung des Trabekelwerkes kann in

spezifischer Weise dieser Kollaps aufgehoben werden. Wise spricht sich in seinem Artikel eindeutig für die Theorie der Straffung des Maschenwerkes aus, die im Gegensatz zur Punktion auf der geringeren Expositionszeit und Energie beruht und wesentlich geringere Komplikationen zeigt.

4. Die Argonlasertrabekuloplastik

A) Patientenauswahl und Indikationsstellung

In einem Zeitraum von nahezu eineinhalb Jahren wurden alle Glaukompatienten bei denen eine Argonlasertrabekuloplastik (ALT) vorgesehen war, vor und in 14-tägigem Abstand nach der Laserung dreimal über einen Zeitraum von 6-8 Wochen tonometriert und tonographiert. Das Patientengut umfaßte die Altersstufen von 20 bis 87 Jahren. Aufgrund der Angaben von I.P. Pollack (26), M.M. Rodrigues (27) und anderen Autoren (04,25,26,27,28,29,40), wurde die Argonlasertrabekuloplastik, also die gezielte Lichtkoagulation von Teilen des Trabekelwerkes mittels Laserstrahlen, vor allem bei folgenden Glaukomformen angewandt: Glaucoma chronicum simplex, Pseudoexfoliationsglaukom, Pigmentdispersionsglaukom und Glaukom nach Aphakie.

Winkelblockglaukom, chronisches Winkelblockglaukom, Neovaskularisationsglaukom und juveniles Glaukom wurden hiermit nur in wenigen speziellen Fällen behandelt.

Alle für die ALT vorgesehenen Patienten hatten sich, bevor es die Möglichkeit der Laserbehandlung des Glaukoms gab, früher oder später einer Operation mit all ihren Risiken, wie z.B. einer Infektion etc. unterziehen müssen.

Es ließen sich drei Patientengruppen aufstellen, die für die ALT geeignet schienen (nach H. Zink) (43):

1. Patienten, die meist aufgrund höheren Lebensalters eine verringerte Compliance zeigten, deren Druck aber durch

medikamentöse Glaukomtherapie prinzipiell gut einstellbar wäre.

2. Patienten mit einer Unverträglichkeit gegenüber den nötigen Pharmaka.
3. Patienten, deren Druckwerte mit medikamentöser Therapie nicht konstant und zufriedenstellend einregulierbar waren. Ohne Carboanhydrasehemmer sollten die Drucke mit den sonst üblichen Medikamenten nicht über 35 mmHg liegen.
4. Patienten die bereits eine fistulierende Glaukomoperation oder Trabekulotomie hinter sich hatten, oder unter Aphakie mit medikamentös unzureichender Druckregulierung litten.

B) Prä-und postoperative Maßnahmen

Beginnend einen Tag vor der Koagulation erhielten die Patienten ein Antiphlogistikum (3*1 Asasantin), Lokal wurde für 4 Tage postoperativ Cortison gegeben (Decadron). Unmittelbar nach der Laserbehandlung erhielten die Patienten einen Combisonum Salbenverband und die ursprünglich verabreichte lokale Glaukomtherapie wurde vorerst beibehalten.

Es folgten die in 14- tägigem Abstand nach der Koagulation stattfindenden Kontrolluntersuchungen, sowie in 3- monatigen

Intervallen jeweils Gesichtsfeldkontrollen mittels eines computergesteuerten Perimeters (Octopus).

C) Funktion des Gonioskops

Neben dem Laser als primäre Energiequelle diente ein Goldmann Dreispiegelkontaktglas (Gonioskop), das nach erfolgter Analgesie der Kornea mit Hilfe eines Gleitgels auf die Hornhaut aufgesetzt wurde, als Fokussier- und Umlenkeinrichtung für den gebündelten Lichtstrahl. Schon Hager (09), der zu den Pionieren der Glaukom-Laserbehandlung zählt, benutzte, was sich auch durch spätere Autoren als äußerst zweckmäßig erwies, jenes Gonioskop, um den Lichtstrahl in die Kammerwinkelbucht zu lenken (siehe Abb. 8).

Abb. 8: Aufbau eines Gonioskops



D) Methodik nach H. Zink

Technik

Der an der Universitätsaugenklinik München, für das Patientengut dieser Arbeit verwendete Argonlaser (Coherent Radiation Model 800), wurde so eingesetzt, daß sich die gesamte Circumferenz des Trabekelwerkes, also 360° , mit Hilfe des Goldmann-Dreispiegelglases koagulieren ließ. Als Anästhetikum genügte die einfache Tropfanästhesie mit 1% iger Novesine.

Die Zahl der Einzelexpositionen betrug 100 bis 120.

Die Expositionszeit betrug ca. 100 msec.

Die Fokusgröße des Laserstrahls war $50\mu\text{m}$

Der ungefähre Abstand zwischen den einzelnen Koagulationspunkten betrug das Doppelte des Durchmessers eines Auftreffpunktes, also ca. $100\mu\text{m}$.

Der Argonlaser entwickelt seine höchste Absorptionskraft im Pigmentepithel. Hier werden 58% absorbiert und nur 36% dringen bis in die Chorioidea. Dies wird beim Vergleich der verschiedenen Lasertypen nur noch vom Nd-Yag-Laser mit 22% unterboten (Absorption im Pigmentepithel dafür nur 15%!) (14).

Im Gegensatz zu Wise und Witter wurde die Höhe der Energieleistung des Lasers dem Pigmentierungsgrad des jeweiligen Koagulationsbezirks individuell angepaßt und so gewählt, daß gerade noch keine Gasblasen erzeugt wurden bzw. klinisch sichtbare Destruktionen des Gewebes entstanden.

Einteilung der Energiestufen nach der entstehenden Morphologie:

- Weiße Koagulation
- Schwarze Koagulation
- Entstehende Gasblasen
- Gewebsdestruktion

Die durchschnittlichen Leistungswerte lagen zwischen 400 und 1000 mWatt.

Leistungen über 1000 mWatt, wie von anderen Autoren (04,26,28,37,41,42) angegeben, wurden nicht verwendet.

Um den postkoagulativen Druckanstieg, wie ihn z.B. Krasnov sah, zu vermeiden, wurden verschiedene Koagulationsbezirke am Kammerwinkel gewählt. Ausschlaggebend für die Bestimmung dieser Bezirke waren vor allem die, durch die Tonographie festgestellten Werte der Abflußleistung.

Koagulationsbezirk

Nach H. Zink (43) wird der postkoagulative Druckanstieg sehr wahrscheinlich durch eine Ödematisierung des Trabekelwerks und eine dadurch mitbedingte Verlegung der Abflußbahn für das Kammerwasser verursacht. Für die Wahl des Koagulationsbezirks wichtig ist die Überlegung, daß unterschiedlich stark pigmentierte Bezirke des Trabekelwerks verschieden große Anteile an der Abflußleistung übernehmen. Der überwiegende Teil des Kammerwassers nimmt seinen Weg über die stark pigmentierten Bezirke des Trabekulum corneosclerale. Ein sekundärer Druckanstieg, als Folge einer Ödematisierung in diesem Bereich, muß sich hier zwangsläufig quantitativ stärker auswirken, da die

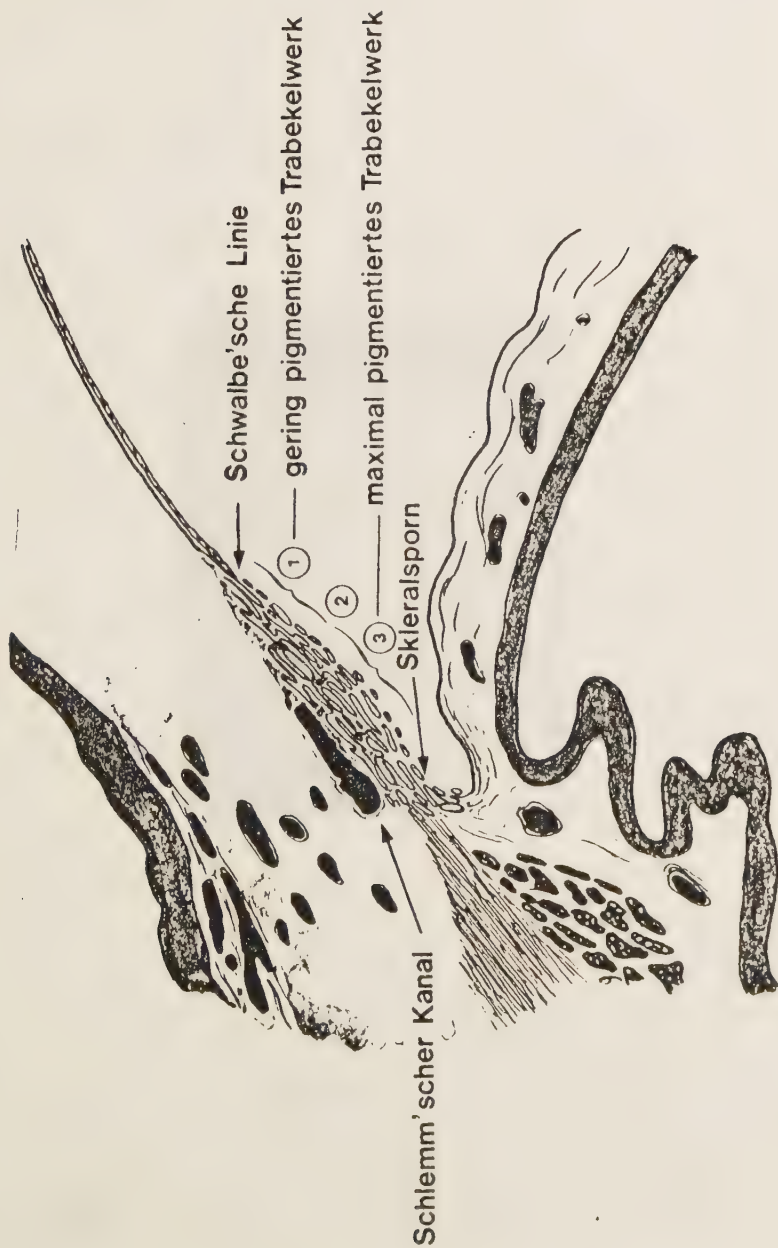


Abb. 9: Trabekelwerk

Verkleinerung des Porenaquivalents dort am auffälligsten wird.

Im stark pigmentierten Bereich wird die Absorptionsleistung des Gewebes am stärksten sein und somit muß die Stärke des Laserstrahls entsprechend reguliert werden.

Die Auswirkungen eines Odems im gering pigmentierten Teil des Trabekelwerkes, das eine wesentlich schlechtere Absorption der Lichtenergie aufweist, werden geringer ausfallen, da der Prozentsatz an Abflußvermögen für das Kammerwasser entsprechend gering ist. Hier wird durch das Lasern für den Abfluß weniger bedeutsames Gewebe gereizt bzw. verändert und die Gefahr eines sekundären Druckanstieges dementsprechend klein sein.

Aus diesen Überlegungen heraus ergibt sich, daß der Koagulationseffekt und somit die Verbesserung des Abflußwiderstandes am pigmentierten Trabekelwerk am größten sein wird.

Für den "Operator" ergeben sich also drei Linien am Trabekelwerk, die als Koagulationsbezirke in Frage kommen (siehe Abb. 10).

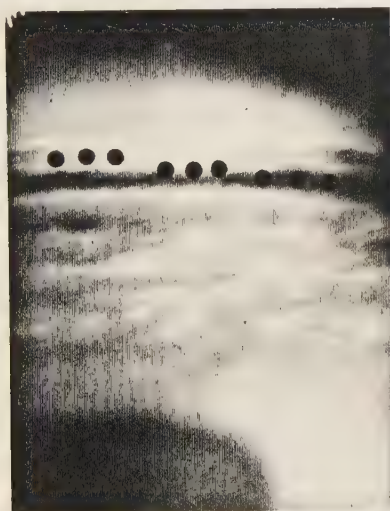
Um nun die, für den jeweiligen Patienten günstigsten und sinnvollsten Koagulationsbezirke herauszufinden, wurde vor allem der Wert der Abflußleistung C unter bestehender medikamentöser Glaukomtherapie bestimmt.

War C größer als 0,08, also das Abflußvermögen relativ hoch, so wurde im nicht pigmentierten Bezirk koaguliert.

Ergaben sich für C folgende Werte: $0,08 > C > 0,03$, so wurde im Übergangsbereich zwischen pigmentiertem und nicht pigmentiertem Gewebe koaguliert.

Ein kleines Abflußvermögen, also $C < 0,03$ bedeutete, daß im maximal pigmentierten Bereich des Trabekelwerkes gelasert wurde.

Abb. 10: "Koagulationslinien" am Kammerwinkel



Koagulationsausmaß

Einige Autoren koagulierten nur die halbe Circumferenz, also 180° , jeweils am Übergangsbereich zwischen pigmentiertem und nicht pigmentiertem Bezirk, um so den sekundären Druckanstieg zu vermeiden (04,10,30). Diese Vorgehensweise wird von den Autoren

des "Erfahrungsbericht über Argonlasertrabekuloplastik der Universität München" (43) abgelehnt, da sie glauben, daß "...es bei einer solchen Koagulation in funktionswichtigen Anteilen des Trabekelwerks zu irreversiblen Strukturveränderungen kommt, die möglicherweise noch gut filtrierende Anteile des Trabekelwerks, die auch noch einer medikamentösen Therapie zugänglich gewesen wären, verodet."

Im vorliegenden Patientengut wurde, falls die Koagulation im pigmentierten Bereich bei dem geforderten niedrigen Abflußvermögen ($C < 0,03$) nicht ausreichte, den intraokularen Druck in gewünschter Weise zu erniedrigen, eine weitere Koagulation vorgenommen, die dann im darüberliegenden schwächer pigmentierten Bezirk entsprechende Auftreffpunkte hatte.

Nebenwirkungen und Spätfolgen der ALT

Als bei anderen Autoren aufgetretene Nebenwirkungen der ALT werden genannt:

- Postkoagulative Druckanstiege
- Haftung von aufgestobenen Pigmentwolken im Trabekelwerk
- Hämorrhagien
- Endothel-und Epithelschäden an der Kornea
- Periphere vordere Synechien
- Verschlechterung bzw. Induktion eines Katarakts
- Destruktionen der Gewebe etc.

Durch die genaue Auswahl des Koagulationsherdes und die im Vergleich zu anderen Autoren geringe benutzte Energie, war es

möglich, daß im Beobachtungszeitraum nur wenige akute, bzw. protrahiert verlaufende Druckanstiege zu verzeichnen waren. Als Nebenwirkungen, die reversibel waren, traten in einigen Fällen Hornhautepithelreizungen, leichte konjunktivale Injektionen für die Dauer von 1 bis 3 Tagen, sowie leichte Blutungen und Pigmentablösungen auf.

E) Histopathologische Befunde

Es war möglich, zwei menschliche Augen, die aufgrund eines malignen Melanoms der Aderhaut enukleiert werden mußten, histopathologisch mittels eines Rasterelektronenmikroskops nach erfolgter in vivo ALT, zu untersuchen. Ziel war die gewünschte Auswahl der Koagulationsbezirke mittels Spaltlampe und Gonioskop zu verifizieren und gleichzeitig die Reaktion des Gewebes nach ALT zu beurteilen. Die Diskrepanz der Ergebnisse zwischen Menschen- und Tieraugen hatte von einer tierexperimentellen Darstellung der Ergebnisse der Argonlasertrabekuloplastik absehen lassen.

Es wurden Serienschritte durch den Kammerwinkel angelegt, anhand derer sich zeigte, daß doch leicht unterschiedliche Regionen in den einzelnen vermeintlichen Koagulationsbezirken getroffen worden waren, was bei der Kleinheit der Strukturen nicht verwunderte. Die Sofortreaktion im pigmentierten und im nicht pigmentierten Trabekelwerk fiel unterschiedlich aus.

Im nicht pigmentierten Maschenwerk war eine starke Verdichtung der Trabekel sichtbar, wobei die Grenze der Endothelzellstrukturen nicht mehr erkennbar war. Dieser Befund

ähnelte sehr stark der von anderen Autoren (25,08) beschriebenen thermischen Kollagenschrumpfung.

Die, mit dieser Koagulation vergleichbare Veränderung im pigmentierten Bereich des Trabekelwerkes, zeigte einen großen Substanzdefekt, wobei einzelne Trabekelwerksanteile sequesterartig freigesetzt wurden. Das diese Defekte umgebende reizlose Gewebe zeigte keinerlei lichtmikroskopisch erkennbare Veränderungen.

Es sieht also so aus, als ob das Gewebe des Trabekelwerkes unterschiedlich auf die Koagulation der ALT reagiert, wobei im unpigmentierten Bereich die Kollagenschrumpfung (Denaturierung) im Vordergrund steht, während das Gewebe des pigmentierten Bereichs circumscribt destruiert wird (Abb. 11,12). Dieses Verhalten dürfte zu einem nicht unwesentlichen Teil an der unterschiedlichen Absorption der Laserenergie liegen.

Durch die obigen Anführungen wird deutlich, daß der Bis hierher benutzte Ausdruck "Koagulation" nur eine Vereinfachung für die doch unterschiedlichen Reaktionen darstellt.

Abb. 11: Histologisches Schnittbild (Kollagenschrumpfung)

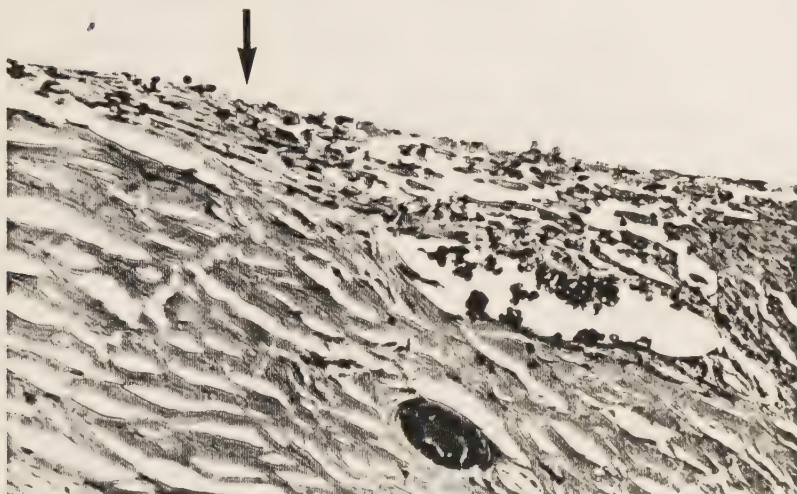
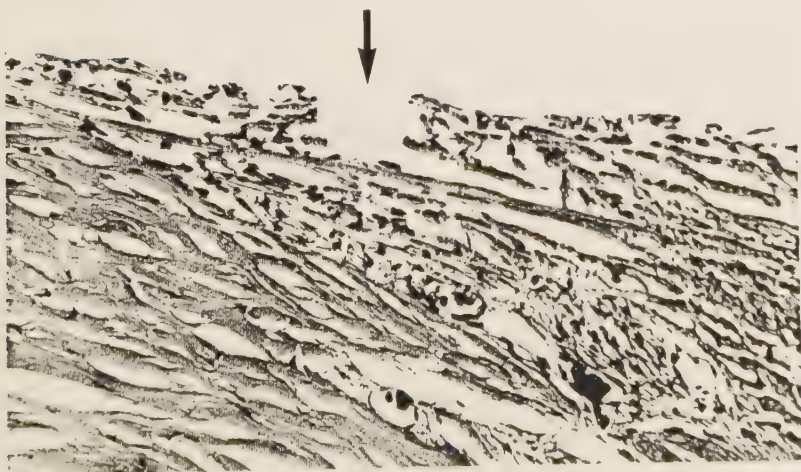


Abb. 12: Histologisches Schnittbild (Destruktion)



III. Retrospektive Studie über die Ergebnisse der ALT in
Verbindung mit den Tonometrie/Tonographie - Daten

1. Patientenkollektiv

A) Aufschlüsselung und Zeitangaben

Die Gesamtzahl des Patientenkollektivs betrug 100
Untersuchungszeitraum : 52

Das Durchschnittsalter 1982 betrug : 66,1 Jahre.

(Standartabweichung : 13,65

Varianz : 182,77)

Der älteste Patient war 87 Jahre alt, der jüngste 20 Jahre.

Der durchschnittliche Beobachtungszeitraum von der ersten ALT an
gerechnet betrug : 5,9 Monate

(Standartabweichung : 4,86

Varianz : 23,02)

1. Anzahl der Patienten mit vollständiger Tonometrie/Tonographie-
Vor- und Nachuntersuchung für den angegebenen
Untersuchungszeitraum (d.h. 4 Wertereihen) : 8

2. Anzahl der Patienten mit 3 Wertereihen : 11

davon :

mit fehlender ALT Voruntersuchung : 5

mit unvollständiger Voruntersuchung : 1

mit fehlender 1. Nachuntersuchung : 2

mit fehlender 3. Nachuntersuchung : 3

3. Anzahl der Patienten mit 2 Wertereihen : 5

davon :

mit fehlender 2. u. 3. Nachuntersuchung : 3

mit fehlender Vor- u. 3. Nachuntersuchung : 2

4. Anzahl der Patienten mit einer Wertereihe : 12

davon:

nur die Voruntersuchung vorhanden : 10

nur 3. Nachuntersuchung vorhanden : 2

5. Anzahl der Patienten mit weitreichend

unvollständigen Daten : 10

6. Anzahl der Patienten die nicht gelasert wurden aber sich

mindestens einer Tonometrie/Tonographie-Untersuchung

unterzogen haben : 16

Bemerkung:

Eine Große Anzahl von Patienten erschien trotz Terminvereinbarung nicht zu den Nachuntersuchungen. Ein wichtiger Grund dafür dürfte in der Durchführung der Tonographie liegen, die gerade von älteren Personen als sehr anstrengend und unbequem empfunden wird, da es diesen Personen häufig nicht möglich ist, sich längere Zeit auf einen fixen Punkt im Raum zu konzentrieren, sowie bis zu 45 Minuten gerade auf dem Rücken zu liegen.

B) Diagnosen des Patientenkollektivs vor ALT

Pat. mit : - Glaukoma chronicum simplex : 33

- Glauk. chron. simpl. und

Zustand nach TET : 4

- Pseudoexfoliationsglaukom : 6

- Pigmentdispersionsglaukom : 4

- Glaukoma absolutum : 3

- Chron. Winkelblockglaukom : 1

- Juveniles Glaukom : 1

- Unklare Diagnose : 10

Bemerkung :

Bei letzterer Gruppe (Unklare Diagnose) handelt es sich um Patienten, die aufgrund der Angaben aus dem Krankenblatt nicht eindeutig einzuordnen waren.

C) Auftreten pathologischer Parameter bei ALT - Voruntersuchung

(Kollektiv : 24 Patienten)

- K : 8 Fälle (33,3%)

- C : 22 Fälle (91,6%)

- R : 21 Fälle (87,5%)

- Q : 21 Fälle (87,5%)

- F : 12 Fälle (50,0%)

2. Ergebnisse

A) Sonderfälle nach ALT

(Kollektiv : 52 Patienten)

Patienten die mehr als einmal gelasert werden mußten : 8 (15,4%)

Patienten die nachoperiert werden mußten : 4 (7,7%)

Bemerkung:

Bei diesen beiden Kollektiven stiegen die Augeninnendruckwerte weiterhin trotz erstmaliger ALT an, oder ließen sich mit dieser Methode nicht in gewünschter Weise reduzieren.

Nur ein Patient der Gruppe die sich mehr als einmal einer ALT unterziehen mußte, wurde letztendlich nachoperiert.

B) Nebenwirkungen der ALT

(Kollektiv : 52 Patienten)

- Leichte Pigmentablösung : 6 Fälle (16,6%)
- Leichte Blutungen : 1 Fall (2,7%)
- Leichte Endothelschädigung : 2 Fälle (5,5%)
- Leichte Epithelschädigung : 2 Fälle (5,5%)

Bemerkung:

Alle aufgetretenen Nebenwirkungen waren reversibel und führten zu keinerlei bleibender Schädigung des betroffenen Auges.

Es konnte kein irgendwie gearteter Zusammenhang zu den Parametern : Koagulationsort, Anzahl der Expositionen, Energieleistung und Koagulationsausmaß nachgewiesen werden.

C) Druckverlauf

- Druckverlauf innerhalb weniger Stunden bis zwei Tage nach ALT :
(Kollektiv : 26 Patienten)
 - Einmaliger spikehafter Druckanstieg am
 - 1. Tag nach ALT : 6 Fälle (23,0%)
 - Einmaliger spikehafter Druckanstieg am
 - 2. Tag nach ALT : 2 Fälle (7,7%)

- Druckverlauf in den ersten Tagen nach ALT :
(Kollektiv : 36 Patienten)
 - Progredienter Druckabfall innerhalb von 10 Tagen
 - nach ALT : 15 Fälle (41,6%)
 - Progredienter Druckanstieg innerhalb von 10 Tagen
 - nach ALT : 5 Fälle (13,8%)
 - Schwankende Werte ohne eindeutige Tendenz : 6 Fälle (16,6%)
 - Mangelhafte Angaben laut Patientenmappe : 10 Fälle (27,7%)

- Druckwerte gemessen bei den drei Nachuntersuchungen:
(Kollektiv : 29 Patienten)
 - Verbesserung der Werte nach zwei Wochen : 11 Fälle (37,9%)
 - Verbesserung der Werte nach vier Wochen : 13 Fälle (44,8%)
 - Verbesserung der Werte nach sechs Wochen : 5 Fälle (17,2%)

Bemerkung:

Nach ca. 4 Wochen wird ein Verbesserungsgipfel erreicht.

* Druckwerte am Ende des Beobachtungszeitraumes :

(Kollektiv : 36 Patienten)

- Druckwerte deutlich unter denen vor ALT : 15 Fälle (41,6%)
- Druckwerte ohne wesentliche Veränderung : 12 Fälle (33,3%)
- Druckwerte deutlich über denen vor ALT : 5 Fälle (13,8%)
- Fehlende Angaben , bzw. zu geringer
Beobachtungszeitraum : 4 Fälle (11,1%)

Bemerkung:

Es lassen sich aufgrund der doch großen individuellen Schwankungen der Druckwerte des Einzelpatienten häufig nur Tendenzen angeben, die stark vom Meßzeitpunkt und der Person des Untersuchers sowie der Umgebungssituation abhängen.

Aus eigener Meßerfahrung ist mir bekannt, daß allein die Streßsituation des Wartens auf den jeweiligen Untersucher und die "Prozedur" des Meßvorgangs an sich, zu einer beträchtlichen Steigerung des Augeninnendrucks führen kann.

Hinsichtlich des Druckverlaufs des zweiten, nicht gelaserten Auges fiel auf, daß in vielen Fällen eine streckenweise Parallelität zustande kam. Dieser Tatbestand sollte in einer späteren Arbeit durch längere Vergleichsmessungen noch genauer untersucht werden.

D) Änderungen der Medikation am Ende des Beobachtungszeitraumes

(Kollektiv : 36 Patienten)

- Reduktion der medikamentösen Therapie : 13 Fälle (36,1%)
- Medikation gleichbleibend : 12 Fälle (33,3%)
- Verstärkung der Medikation notwendig : 6 Fälle (16,6%)
- Verzicht auf Medikation möglich : 1 Fall (2,7%)
- Zu geringer Beobachtungszeitraum : 4 Fälle (11,1%)

Bemerkung :

In die Gruppe "Verstärkung der Medikation notwendig" gingen auch solche Patienten ein, die kurz nach Diagnosestellung gelasert wurden und somit vorher keine adäquate medikamentöse Therapie erhalten hatten.

Die Reduzierung der medik. Glaukomtherapie wurde, wo es die Drucklage möglich erscheinen ließ, ca. 6 Wochen nach ALT begonnen. Dabei wurde versucht unter Kontrolle des Augennendruckes, die Medikamenteneinnahme ausschleichend soweit als möglich zu reduzieren.

E) Änderung der Tonographieparameter

(Kollektiv : 15 Patienten)

- C = Wert des Abflußvermögens

Anstieg nach ALT : 11 Fälle (73,3%)

(Kollektiv : 18 Patienten)

- R = Abflußwiderstand des Kammerwassers

Reduktion des Abflußwiderstandes : 11 Fälle (61,1%)

Erhöhung des Abflußwiderstandes : 5 Fälle (27,7%)

(Kollektiv : 18 Patienten)

- F = Produktion des Kammerwassers

Deutliche Erhöhung : 2 Fälle (11,1%)

Deutliche Erniedrigung : 2 Fälle (11,1%)

Bemerkung:

Oftmals gab das Meßgerät der Firma "ERBE" etwas schwankende Angaben bei wiederholten Kontrollmessungen.

IV. Zusammenfassung

Ein großer Vorteil der Argonlasertrabekuloplastik ist ihre Wiederholbarkeit, sowie die Tatsache, daß keine Verschlechterung der Ausgangslage für eine vielleicht später notwendige Operation geschaffen wird.

Die Nebenwirkungen der ALT wie sie am vorliegenden Patientengut durchgeführt wurde, sind im Gegensatz zu solchen einer invasiven Operation geradezu harmlos und gut beherrschbar. Manifeste Synechien, wie von anderen Autoren beschrieben, sowie massive Gewebedestruktionen, konnten in keinem der vorliegenden Fälle gefunden werden.

Besonderes Augenmerk sollte auf den, in den ersten Tagen möglicherweise auftretenden, spikehaften Druckanstieg gelegt werden. Dieser muß durch rechtzeitige medikamentöse Therapie abgefangen werden. Dabei ist bis jetzt aber noch nicht ausreichend geklärt, inwieweit nach der ALT eine ausreichende Perfusion des Trabekelwerks stattfinden muß, um die Abflußwege zu spülen und Verklebungen zu vermeiden.

Leider läßt sich der häufig beobachtete Druckabfall in den ersten Tagen nach ALT in vielen Fällen nicht auf die Dauer halten, wie die Druckwerte am Ende des Beobachtungszeitraumes ergaben. Knapp 42% der ALT-Patienten konnten eine deutliche Druckminderung verzeichnen. Die ALT scheint aber in vielen Fällen nur eine vorübergehende Verbesserung der Abflußmöglichkeiten des Kammerwassers zu bewirken, wie die überaus positiven Ergebnisse bis zu 4 Wochen nach der Laserbehandlung zeigen. Möglicherweise finden einige Zeit nach ALT Reparationsvorgänge am Trabekelwerk statt, die für die, in einigen Fällen zu beobachtende, erneute Verschlechterung der Druckwerte bis zum Ende des

Beobachtungszeitraumes verantwortlich sind.

Gemäß dem Druckverlauf auf längere Sicht hin verhält es sich auch mit dem Verzicht bzw. der Reduktion der medikamentösen Therapie. In 36% der Fälle konnte eine Reduzierung der Tropfeneinnahme bzw. -Stärke erzielt werden.

Bemerkenswert war die Tatsache, daß in einigen Fällen eine Parallellität im Druckverlauf des nicht gelaserten Auges auftrat, die auf die Freisetzung von Transmittersubstanzen bzw. neurale Mitregulation schließen läßt.

Die ALT bewirkte in ca. 2/3 aller Fälle eine Reduktion des Abflußwiderstandes und ein Ansteigen des Abflußvermögens des Kammerwassers.

Die Produktion des Kammerwassers tendierte nicht in eine bevorzugte Richtung.

Die ALT erwies sich als eine durchaus über einen gewissen Zeitraum erfolgversprechende Alternative zur sofortigen Glaukomoperation, wobei bis jetzt immer noch die medikamentöse Einstellung als Mittel der Wahl bei einer neu aufgetretenen Augeninnendruckerhöhung an erster Stelle steht und im jetzigen Stadium durch die ALT noch nicht verdrängt werden kann.

V. Ausblick

Eine gültige Aussage über den Sinn der ALT läßt sich letztendlich erst dann machen, wenn ein Patientenkollektiv einige Jahre an Hand der Druckverläufe und der Perimetriebefunde beobachtet worden ist, da das Hauptaugenmerk ja doch für den Patienten ebenso wie für den behandelten Arzt auf der Veränderung des Gesichtsfeldes liegt.

Inwieweit gewisse Dehnungsrezeptoren im Trabekelwerk durch die ALT gereizt bzw. zerstört werden, läßt sich noch nicht mit Sicherheit sagen.

Ebenso läßt eine neue Generation von Lasern auf spezifischere Wirkungsparameter hoffen.

Vielleicht läßt sich in späteren Jahren mittels verbesserter Lasertechnik und einem besseren Verständnis pathophysiologischer Vorgänge, eine dauerhafte Druckreduzierung erreichen und ein großer Prozentsatz an Glaukompatienten vor dem Schicksal der Erblindung bewahren.

VI. Anhang

Auf den folgenden Seiten:

Tonometrie und Tonographiewerte der einzelnen Patienten, gemessen mit dem "OPTI-GLAUKON - GERÄT" der Firma ERBE.

Die Einheiten der einzelnen Parameter wurden der besseren Übersichtlichkeit halber weggelassen.

Patient Nr.: 1

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :	21,73	17,14	13,64	.	12,46	.	12,63	.
K :	0,0222	0,0282	0,0198		0,0182		0,0200	
C :	0,000	0,053	0,105		0,787		0,146	
Q :	?	0319	0129		0015		0086	
R :	?	0018	0009		0001		0006	
F :	?	00,32	00,27		01,15		00,23	
DR :	00,0	01,3	01,1		07,0		01,6	

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	05,7	06,9	08,0	.	08,3	.	08,1
4min.:	06,5	06,8	08,2		08,6		08,3
7min.:	06,7	07,6	09,0		14,0		09,6

Patient Nr.: 2

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :	16,77	10,64	16,23		11,89		26,38	
K :	0,0326	0,0419	0,0233		0,0258		0,0163	
C :	0,037	0,035	0,102		0,144		0,120	
Q :	0444	0302	0158		0082		0219	
R :	0026	0028	0009		0006		0008	
F :	00,21	?	00,53		00,12		01,84	
DR :	00,8	00,9	01,5		01,8		01,3	

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	07,4	05,1	08,8	10,0
4min.:	07,6	05,6	09,3	10,6
7min.:	08,5	06,3	10,6	11,8

Patient Nr.: 3

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :	16,83	21,41			40,54		17,75	14,29
K :	0,0244	0,0198			0,0215		0,0239	0,0188
C :	0,032	0,023					0,026	0,038
Q :	0514	0902					0667	0368
R :	0030	0042					0037	0025
F :	00,18	00,24					00,17	00,12
DR :	00,7	00,4					00,5	00,5

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	07,5	06,8	10,0	08,8		07,5	06,5
4min.:	07,5	06,5	10,2	09,2		07,8	06,5
7min.:	07,9	07,0	11,2	09,6		08,1	07,0

Patient Nr.: 4

<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re. li.	re. li.		re. li.		re. li.	
PO :	17,03 15,63		17,88		15,43		16,12
K :	0,0120 0,0288		0,0281		0,0204		0,0203
C :	0,558 0,043		0,041		0,102		0,069
Q :	0030 0360		0428		0150		0232
R :	0001 0023		0023		0009		0014
F :	03,37 00,19		00,28		00,45		00,35
DR :	01,6 00,6		00,8		00,9		00,8

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	09,8 06,0		07,1		07,4		06,5
4min.:	10,2 06,2		07,5		08,0		06,7
7min.:	11,5 06,9		08,4		08,8		07,3

Patient Nr.: 5

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :	10,01	13,12	09,71	11,01	08,88	10,17	06,52	10,35
K :	0,0296	0,0213	0,0420	0,0306	0,0424	0,0286	0,0454	0,0419
C :	0,059	0,129	0,051	0,046	0,012	0,012	0,027	0,018
Q :	0168	0101	0189	0237	0697	0822	0241	0177
R :	0016	0007	0019	0021	0078	0080	0046	0017
F :	?	00,27	?	?	?	?	?	?
DR :	00,9	01,1	01,1	00,7	00,3	00,2	00,7	01,0

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	08,4	08,7	06,5	07,5	06,5	08,2	06,8	07,4
4min.:	08,7	09,0	07,0	08,0	07,1	08,4	07,4	07,6
7min.:	09,4	10,6	07,8	08,0	07,2	08,7	07,8	08,5

Patient Nr.: 6

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :		17,11		13,14		17,80		12,69
K :		0,0289		0,0251		0,0186		0,0213
C :		0,039		0,032		0,057		0,079
Q :		0434		0400		0311		0159
R :		0025		0030		0017		0012
F :		00,23		00,07		00,38		00,13
DR :		00,8		00,5		00,7		01,0

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	07,3	06,7	09,1	07,9
4min.:	07,5	07,0	09,6	08,0
7min.:	08,4	07,2	10,3	08,5

Patient Nr.: 7

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :	43,96		16,56		15,37		13,35	
K :	0,0000		0,0273		0,0248		0,0160	
C :	0,999		0,098		0,539		0,999	
Q :	0043		0168		0028		0013	
R :	0001		0010		0001		0001	
F :	32,96		00,54		02,35		02,35	
DR :	01,1		01,5		05,1		07,2	

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	05,3	08,7 *	06,8	13,1
4min.:	05,9	09,5	07,4	14,9
7min.:	07,2	10,5	11,2	20,3

Patient Nr.: 8

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Aug. :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :	12,17	19,83	19,71	36,43	14,21	14,06	12,71	16,56
K :	0,0449	0,0242	0,0281	0,0239	0,0226	0,0260	0,0238	0,0294
C :	0,019	0,030	0,000	0,008	0,055	0,023	0,013	0,004
Q :	0637	0640	?	4204	0256	0594	0915	3905
K :	0052	0032	?	0115	0018	0042	0072	0235
F :	00,01	00,27	?	00,21	00,17	00,07	00,02	00,02
DR :	00,5	00,5	00,0	00,2	00,7	00,4	00,2	00,1

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	04,8	07,3	05,9	05,5	07,1	06,0	06,8	07,1
4min.:	04,9	07,6	06,0	05,5	07,2	06,2	07,0	07,7
7min.:	05,5	08,2	05,6	05,6	07,7	06,3	07,4	07,5

Patient Nr.: 9

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :					11,05		09,61	
K :					0,0326		0,0314	
C :					0,023		0,087	
Q :					0471		0109	
R :					0042		0011	
F :					?		?	
DR :					00,4		01,4	

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	07,6	07,1	08,3
4min.:	08,2	07,8	08,5
7min.:	09,6	08,0	09,6

Patient Nr.: 10

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :					13,48	19,96	11,60	13,12
K :					0,0384	0,0180	0,0405	0,0290
C :					0,086	0,261	0,044	0,081
Q :					0155	0076	0263	0160
R :					0011	0003	0022	0012
F :					00,21	02,33	00,02	00,17
DR :					01,5	02,1	00,9	01,3

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	05,2	05,0	05,6	09,5	06,3	06,3
4min.:	05,6	05,8	06,2	10,4	06,6	06,6
7min.:	06,6	07,2	07,6	12,0	07,2	07,7

Patient Nr.: 11

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :	22,14	21,99	15,16	18,09	17,44	17,82		
K :	0,0241	0,0165	0,024	0,0092	0,0193	0,0181		
C :	0,043	0,017	0,122	0,252	0,049	0,074		
Q :	0507	1263	0123	0071	0351	0240		
R :	0022	0057	0008	0003	0020	0014		
F :	00,48	00,18	00,50	01,78	00,31	00,50		
BR :	00,7	00,2	01,1	00,9	00,6	00,9		

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	06,9	07,6	06,6	14,1	09,6	09,6
4min.:	07,2	08,1	08,1	14,5	10,1	09,6
7min.:	07,5	08,3	09,2	15,2	10,6	10,1

Patient Nr.: 12

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Ange :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :			13,23		07,57		19,48	
K :			0,0372		0,0527		0,0236	
C :			0,035		0,018		0,041	
Q :			03e8		0407		0474	
R :			0027		0053		0024	
F :			00,07		?		00,34	
DR :			00,8		00,6		00,7	

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	07,0	04,8	05,2	05,5	07,5
4min.:	07,2	04,8	05,1	05,2	07,5
7min.:	08,0	05,2	05,9	06,0	08,1

Patient Nr.: 13

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :					18,32	11,58	13,73	09,46
K :					0,0286	0,0311	0,0467	0,0429
C :					0,236	0,614	0,016	0,180
Q :					0077	0018	0811	0052
R :					0004	0001	0054	0005
F :					01,73	00,35	00,04	
DR :					03,8	07,2	00,5	04,2

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	05,0	04,8	07,7	06,7	04,0	06,0
4min.:	04,8	05,0	04,5	*	04,0	06,1
7min.:	05,0	05,6	*	*	04,4	*

Patient Nr.: 14

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :					10,01	08,92	15,39	13,35
K :					0,0329	0,0350	0,0279	0,0264
C :					0,009	0,042	0,010	0,029
Q :					1009	0211	1460	0448
R :					0100	0023	0094	0033
F :					?	?	00,04	00,06
DR :					00,2	00,9	00,2	00,5

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	04,2	06,4		06,8	07,1	05,1	06,3
4min.:	04,4	07,0		07,0	07,0	05,1	06,1
7min.:	04,8	07,2		07,0	07,8	05,2	06,7

Patient Nr.: 15

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :			17,87		18,23		10,25	
K :			0,0153		0,0072		0,0182	
C :			0,025		0,000		0,089	
Q :			0701		?		0114	
R :			0039		?		0011	
F :			00,17		?		?	
DR :			00,2		00,0		00,9	

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	07,0	13,7	10,3
4min.:	07,0	13,8	10,5
7min.:	07,2	13,0	11,2

Patient Nr.: 16

<u>vor ALT</u>			<u>1. Nachunters.</u>		<u>2. Nachunters.</u>		<u>3. Nachunters.</u>	
Aug. :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :	29,79	18,57	38,17		22,36			
K :	0,0202	0,0118	0,0232		0,0184			
C :	0,000	0,048	0,004		0,075			
Q :	?	0383	0510		0295			
R :	?	0020	0222		0013			
F :	?	00,36	00,12		00,85			
DR :	00,0	00,4	00,1		01,0			

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	08,2	11,0	04,8	07,5
4min.:	08,3	10,9	05,2	07,6
7min.:	08,3	11,1	05,4	08,0

Patient Nr.: 17

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :	15,97	15,29	11,79	12,15	09,46	12,87		
K :	0,0253	0,0224	0,0463	0,0282	0,0545	0,0290		
C :	0,109	0,097	0,024	0,068	0,021	0,110		
Q :	0145	0156	0484	0176	0447	0116		
R :	0009	0010	0041	0014	0047	0009		
F :	00,54	00,41	00,01	00,07	?	00,20		
DR :	01,1	00,9	00,6	01,1	00,6	01,5		

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	06,7	07,4	05,3	07,0	05,6	07,3
4min.:	07,2	08,0	05,6	06,9	05,9	07,7
7min.:	08,3	08,8	06,1	07,9	06,3	08,8

Patient Nr.: 18

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :		15,67			14,33	13,73		25,45
K :		0,0210			0,0218	0,0467		0,0129
C :		0,084			0,386	0,049		0,186
Q :		0185			0037	0278		0136
R :		0011			0002	0020		0005
F :		00,39			01,28	00,13		02,69
DR :		01,0			05,3	01,2		01,9

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	06,6	06,1	04,0	10,5
4min.:	06,9	06,2	03,9	11,2
7min.:	07,3	09,7	05,6	12,4

Patient Nr.: 19

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :					07,99		15,14	06,69
K :					0,0277		0,0386	0,0319
C :							0,048	0,069
Q :							0,314	0,000
R :							0020	0014
F :							00,19	
DR :							01,1	01,1

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:		08,0		04,5	08,0
4min.:		08,2		04,9	09,1
7min.:		09,2		05,1	10,5

Patient Nr.: 20

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :	31,25	19,94	21,44	16,08				
K :	0,0189	0,0384	0,0227	0,0270				
C :	0,070	0,006	0,395	0,290				
Q :	0446	2911	0054	0055				
R :	0014	0145	0002	0003				
F :	01,41	00,05	04,12	01,47				
DK :	01,0	00,2	04,0	04,8				

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	08,0	05,4	07,8	08,0
4min.:	08,6	05,7	08,0	08,3
7min.:	08,9	05,7	11,4	12,2

Patient Nr.: 21

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :	15,63	08,71	11,50	09,61				
K :	0,0272	0,0379	0,0368	0,0372				
C :	0,023	0,017	0,003	0,024				
Q :	0678	0498	2900	0393				
R :	0043	0057	0252	0040				
F :	00,10	?	?	?				
DR :	00,4	00,4	00,1	00,6				

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	04,8	06,2	05,2	06,1
4min.:	05,0	06,8	05,8	06,1
7min.:	05,1	07,3	05,5	06,6

Patient Nr.: 22

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :					06,48	05,91		
K :					0,0422	0,0368		
C :					0,028	?		
Q :					0229	?		
R :					0035	?		
t :					?	?		
DR :					00,7	?		

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	07,2	10,2	06,6
4min.:	07,4	10,6	07,5
7min.:	08,2	12,0	08,0

Patient Nr.: 23

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :				12,26	16,16	12,69		
K :				0,0218	0,0195	0,0213		
C :				0,041	0,101	0,116		
Q :				0293	0158	0109		
R :				0023	0009	0008		
F :				00,05	00,52	00,19		
DR :				00,5	01,1	01,2		

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	06,4	08,2	08,3
4min.:	06,8	08,6	08,6
7min.:	07,2	08,9	09,8

Patient Nr.: 24

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :			14,03					
K :			0,0248					
C :	*		0,098					
Q :			0141					
R :			0010					
F :			00,29					
DR :			01,2					

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	05,6	06,2	07,2
4min.:	05,8	06,4	07,3
7min.:	06,0	07,0	08,4

Patient Nr.: 25

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :	23,48	19,23						
K :	0,0184	0,0157						
C :	0,077	0,168						
Q :	0304	0113						
R :	0012	0005						
F :	00,96	01,38						
DR :	01,1	01,3						

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	10,3	10,5
4min.:	10,8	11,3
7min.:	11,7	12,0

Patient Nr.: 26

	<u>vor ALT</u>		<u>1. Nachunters.</u>		<u>2. Nachunters.</u>		<u>3. Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO	:	12,28		13,82				
K	:	0,0320		0,0241				
C	:	0,135		1,159				
Q	:	0090		0086				
R	:	0007		0006				
F	:	00,17		00,44				
DR	:	01,8		01,6				

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	07,5	07,8
4min.:	08,0	08,4
7min.:	09,6	09,7

Patient Nr.: 27

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.

PO : 15,62

K : 0,0099

C : 0,303

Q : 0051

R : 0003

F : 01,40

DR : 00,9

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.: 10,2 06,8

4min.: 11,0 06,8

7min.: 12,0 07,6

Patient Nr.: 28

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :							20,29	11,05
K :							0,0269	0,0333
C :							0,312	0,040
Q :							0065	0273
R :							0003	0024
F :							02,90	?
DK :							06,1	01,0

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	06,4	05,3
4min.:	06,3	05,4
7min.:	10,5	05,7

Patient Nr.: 29

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO	: 30,74	61,91						
K	: 0,0208	0,0170						
C	: 0,040	0,000						
Q	: 0752	?						
R	: 0024	?						
F	: 00,80	?						
DR	: 00,8	00,0						

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	06,5	02,0
4min.:	06,9	02,0
7min.:	07,7	02,0

Patient Nr.: 30

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO	:	15,31						
K	:	0,0212						
C	:	0,097						
Q	:	0156						
R	:	0010						
F	:	00,42						
DR	:	01,2						

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.: 06,4

4min.: 06,6

7min.: 07,4

Patient Nr.: 31

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO	:	14,92		22,71				
K	:	0,0418		0,0218				
C	:	0,030		0,072				
Q	:	0490		0311				
R	:	0032		0013				
F	:	00,11		00,85				
DR	:	00,9		01,0				

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	06,9	07,0
4min.:	07,2	07,2
7min.:	07,6	08,0

Patient Nr.: 32

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Aug. :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :	18,09	19,33						
K :	0,0322	0,0312						
C :	0,022	0,034						
Q :	0788	0554						
R :	0043	0028						
F :	00,16	00,28						
DR :	00,6	00,7						

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	06,2	06,2
4min.:	06,5	06,6
7min.:	06,8	07,8

Patient Nr.: 33

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO	: 21,48	22,83						
K	: 0,0267	0,0258						
C	: 0,037	0,050						
Q	: 0569	0451						
R	: 0026	0019						
F	: 00,39	00,59						
DR	: 00,7	00,9						

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	06,0	06,0
4min.:	06,4	06,2
7min.:	07,2	07,0

Patient Nr.: 34

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO	: 21,65	10,00						
K	: 0,0258	0,0303						
C	: 0,044	0,015						
Q	: 0487	0635						
R	: 0022	0063						
F	: 00,47	?						
DR	: 00,7	00,3						

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	07,2	07,0
4min.:	07,3	07,3
7min.:	07,9	07,5

Patient Nr.: 35

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO	: 34,29	20,58						
K	: 0,0194	0,0339						
C	: 0,051	0,012						
Q	: 0662	1700						
R	: 0019	0082						
F	: 01,20	00,11						
DR	: 00,6	00,3						

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	07,4	05,7
4min.:	08,0	06,0
7min.:	08,5	06,3

Patient Nr.: 36

	<u>vor ALT</u>		<u>1.Nachunters.</u>		<u>2.Nachunters.</u>		<u>3.Nachunters.</u>	
Auge :	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
PO :							20,58	
K :							0,0330	
C :							0,044	
Q :							0462	
R :							0022	
F :							00,42	
DR :							01,1	

Tonographiewerte nach jeweils 3, 4, und 7 Minuten.

3min.:	05,8
4min.:	05,8
7min.:	06,6

VII. Literaturverzeichnis

01. Aschoff, Diepgen, P., Goerke, H.:
Kurze Übersichtstabelle zur Geschichte der Medizin.
S. 61.
Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1960.
02. Bertelsmann Handlexikon.
Bertelsmann-Lexikon Verlag.
Gütersloh, Berlin, München, Wien, 1975.
03. Bonetus, T.:
Cited by Hamm, H.:
Zentralskotom nach Sonnenblendung.
Dissertation, Hamburg 1947.
04. Brubaker, R.F., Liesegang, T.J.:
Effect of trabecular photocoagulation on the aqueous humor
dynamics of the human eye.
Am. J. Ophthal. 96:139-147, 1983.
05. Czerny:
Ber. Wien. Acad. Wiss. 2:56, 1867.
06. Deutschmann, R.:
Ein Experimenteller Beitrag zur Pathogenese der Sympathischen
Augen-Entzündung,
Albrecht Von Graefes Arch. Klin. Exp. Ophthalmol. 28:291,
1882.

07. Erbe-Opti-Glaucon

Betriebshandbuch.

1982.

08. Gorisch, W., Boergen, K.P.:

Laser related heat effects on blood vessels.

In: Hillenkamp, F., Pratesi, R., Sacchi C.A., eds.; NATO.

09. Hager, H.:

Besondere mikrochirurgische Eingriffe. 2. Teil: Erste
Erfahrungen mit dem Argon-laser-Gerät 800.

Klin. Mbl. Augenheilk. 162, 437-450 (1973).

10. Hoskins, H.D., Hetherington, J., Minckler, D.S., Liebermann,

M.F., Schaffer, R.N.:

Complications of laser trabeculoplasty.

Am. Acad. Ophthalm. 90:796-799, 1983.

11. Krasnov, M.M.:

Laseropuncture of anterior chamber angle in glaucoma.

Amer. J. Ophthalm. 75: 6/4, 1973.

12. Krasnov, M.M., Saprykin, P.I. and Klatt, A.:

Laser gonioplasty in glaucoma.

Vestn. Ophthalmol. 89(2): 30, 1974.

13. Langman, J.:

Medizinische Embryologie, S.359 ff.

Thieme Verlag, Stuttgart 1976.

14. L^J Esperance, F.A.:

Ophthalmic Lasers.

The C.V. Mosby Company, St. Louis-Toronto-London 1983

15. Leydecker, W.:

Die Glaukome in der Praxis.

Ein Leitfaden.

Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1979.

16. Leydecker, W.:

Glaukom. Ein Handbuch.

Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York 1973.

17. Leydecker, W.:

Manual der Tonographie für die Praxis.

Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 1977.

18. Maggiore, L.:

Ital. Oftal., 1977.

19. Haiman, T.H.:

Stimulated optical radiation in ruby.

Nature 187:493, 1960.

20. Mc Hair, Frauenfelder, F.T., Wilson, R.S., Viernstein, L.J.,

Babcock, C.:

Acute pressure changes and possible secondary tissue changes
due to laser or xenon photocoagulation.

Amer. J. Ophthal. 77,13 (1974).

21. Meyer-Schwickerath, G.:

Verh. Dtsch. Ges. Ophthalmol. Heidelberg 55:256, 1949.

22. Moran-Salas, J.:

Arch. Soc. Oftal. Hispano-Am. 10:566, 1950.

23. Moses, R.A.:

A graphic analysis of aqueous humor dynamics.

Amer. J. Ophthal. 73:665 (1972)

24. Naumann, G.O.H.:

Pathologie des Auges.

Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York 1980.

25. Pei, J., Duecker, D.K., Morton, G.:

Responses of trabecular meshwork to heating.

Invest. Ophthal. Visual Science, 24:88, 1983.

26. Pollack, I.P., Robin, A.L.:

Argon laser trabeculoplasty: its effect on medical control of open-angle-glaucoma.

Ophthalmic. Surg., 13:637-43, 1982.

27. Rodrigues, M.M., Spaeth, G.L., Donohoo, P.:

Electron microscopy of argon laser therapy in phakic open-angle-glaucoma.

Ophthalmology, 89:198, 1982.

28. Schwartz, A.L., Kopelman, J.:

Four year experience with argon laser trabecular surgery in uncontrolled open-angle-glaucoma.

Am. Acad. Ophthal. 90:771-780, 1983.

29. Schwartz, A.L., Whitten, M.E., Bleiman, B., Martin, D.:

Argon laser trabecular surgery in uncontrolled phakic open-angle-glaucoma.

Ophthalmology. 88:203-12, 1981.

30. Schwartz, L.W., Spaeth, G.L., Traveso, C., Greenidge, K.C.:

Variation of techniques on the results of argon laser trabeculoplasty.

Am. Acad. Ophthal. 90:781-784, 1983.

31. Spitznas, M., Kreiger, A.E.:

Experimentelle Argon- Laser-Trabeculopunktur an Rhesusaffen.

Klin. Mbl. Augenheilk. 165:165-170, 1974.

32. Taylor, G., R.:

Das Geheimnis der Evolution, S.133 ff.

S. Fischer Verlag, Frankfurt am Main 1983.

33. Ticho, U.:

Laser application to the angle structures in animals and in human glaucomatous eyes.

Adv. Ophthal., 34:201-210, 1977.

34. Trautwein, A., Kreibitz, U., Oberhausen, E.:

Physik für Mediziner

S.370 f.

De Gruyter Verlag, Berlin-New York, 1978.

35. Van der Zypen, E., Bebie, H., Fankhauser, F.:

Morphological studies about the efficiency of laser beams upon the structures of the angle of the anterior chamber. Facts and concepts related to the treatment of chronic simple glaucoma.

Int. Ophthalmol., 1:109-22, 1979.

36. Van der Zypen, E., Fankhauser, F.:

The ultrastructural features of laser trabeculopuncture and cyclodialysis. Problems related to successful treatment of chronic simple glaucoma.

Ophthalmologica, 189-200, 1979.

37. Watson, P.G., Grierson, I.:

The place of trabeculotomy in the treatment of glaucoma.

Ophthalmology, 88:175-196, 1981.

38. Wickham, M.G., Worthen, D.M., Binder, P.S.:

Physiological effects of laser trabeculotomy in rhesus monkey eyes.

Invest. Ophthalmol. Visual Science, 16:624-8, 1977.

39. Widmark:

Skand. Arch. 4:281, 1893.

40. Wilensky, J.T., Jampol, L.M.:

Laser therapy for open-angle-glaucoma.

Ophthalmology, 88:207-13, 1981.

41. Wise, J.B.:

Long-term control of adult open-angle-glaucoma by argon laser treatment.

Ophthalmology, 88:197-202, 1981.

42. Wise, JB., Witter, SL.:

Argon laser therapy for open-angle glaucoma, a pilot study.

Arch. Ophthalmol., 97: 319-22, 1979.

43. Zink, H., Kampik, A., Lund, O-E.:

Argonlasertrabekuloplastik.

Erste Erfahrungen aus einer prospektiven Untersuchung.

1983.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. O.- E. Lund für die freundliche Überlassung des Themas und die hilfreiche Bereitstellung der nötigen Apparaturen.

Außerdem danken möchte ich hiermit Herrn Dr. H. Zink für die Betreuung und die Photographien der Abbildungen 9 und 10, sowie Herrn Prof. Dr. A. Kampik für die Überlassung der Abbildungen Nr.: 11 und 12.

Ebenso möchte ich meiner Frau für Ihre Geduld und aufmunternde Unterstützung herzlichst danken.

Lebenslauf

Name : Werner Kirchingner

Geburtsdatum : 23.01.1960

Geburtsort : München

Eltern : Vater : Robert Kirchingner
Mechanikermeister
Mutter : Erna Kirchingner
geb. Vogt
Verwaltungsangestellte

Wohnung : Thierlsteinerstr. 1, 8000 München 60

Familienstand : Verheiratet, ein Kind
Ehefrau : Elke Kirchingner, geb. Schonauer

Schul Ausbildung : 1966 - 1970 Grundschule
1970 - 1979 Gymnasium

Wehrdienst : Juli 1979 - Oktober 1979

Studium : 1979 - 1985 LMU - München
1985 - 1986 Praktisches Jahr (Augsburg)

Approbation : Erteilt am 09.05.1986

Seit August 1986 arbeite ich als radiologischer Assistenzarzt im
Stadtkrankenhaus Fürth

